

PANDUAN PEMASANGAN SOLAR PV

Pemangkin Teknologi Hijau

PENERBIT
KOLEJ KOMUNITI KULIM
JALAN KOTA KENARI
TAMAN KOTA KENARI
09000 KULIM, KEDAH

HAK CIPTA © 2022 KOLEJ KOMUNITI KULIM

HAK CIPTA TERPELIHARA. TIADA BAHAGIAN DARIPADA PENERBITAN INI BOLEH DITERBITKAN SEMULA, DISIMPAN UNTUK PENGELUARAN ATAU DITUKARKAN KE DALAM SEBARANG BENTUK ATAU SEBARANG ALAT, SAMA ADA SECARA ELEKTRONIK, GAMBAR, RAKAMAN SERTA SEBAGAINYA TANPA KEBENARAN BERTULIS DARIPADA KOLEJ KOMUNITI KULIM, JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI, KEMENTERIAN PENGAJIAN TINGGI MALAYSIA TERLEBIH DAHULU.

PENULIS, EDITOR & GRAFIK

PENULIS

- Ahmad Sabri Bin Mohamed –Ketua Editor & Penulis
(B. Eng (Hons) Mechanical – Thermalfluids, UTeM)
- Norfitriah Binti Zainul Abidin - Penolong Ketua Editor & Penulis.
(B. Acc (Hons), UKM)
- Muhd Muslim Bin Abu Bakar. Ketua Grafik & Penulis
(B. Eng (Hons) Mechanical – Automotive, UTeM)

EDITOR

- Suhaida binti Mamat
- Suriati binti Ahmad Suhaimi
- Nor Azian binti Ahmad@Ahmad Jali

GRAFIK

- Noor Shakira binti Ismail

SEMAKAN

- Ahmad Sabri Bin Mohamed –Ketua Editor & Penulis
(B. Eng (Hons) Mechanical – Thermalfluids, UTeM)

PENGHARGAAN

Penerbitan buku ini melibatkan kerjasama banyak pihak. Sekalung penghargaan dan terima kasih diucapkan kepada semua pihak yang berikut:

- Pensyarah Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah
- Pensyarah Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, Politeknik Seberang
- Pensyarah – Pensyarah Kolej Komuniti Kulim
- Pengarah Sinar Bumi Didactic Enterprise

Dan semua pihak yang terlibat menjayakan buku panduan ini.

PRAKATA

Panduan Pemasangan Solar PV bagi pertanian adalah sebagai rujukan atau panduan bagi orang ramai yang ingin meneroka peluang dalam menghasilkan Tenaga yang Boleh Diperbaharui sebagai sumber tenaga untuk sektor pertanian. Buku Panduan ini mengandungi maklumat umum mengenai tenaga solar dan tatacara kendalian dan pemasangan solar PV. Buku ini dicetak khas untuk Program Pembangunan dan Kemahiran Komuniti.

ABSTRAK

BUKU INI DITERBITKAN BERTUJUAN UNTUK MEMBANTU PARA PELAJAR DI SEKOLAH MENENGAH KHUSUSNYA PELAJAR ALIRAN SAINS, KEJURUTERAAN DAN MASYARAKAT UMUM AMNYA BAGI MEMAHAMI SECARA ASAS JENIS-JENIS PANEL SOLAR, PERALATAN, KOMPONEN – KOMPONEN YANG DIGUNAKAN UNTUK MENGHASILKAN TENAGA SOLAR. SELAIN ITU JUGA, PARA PELAJAR DAPAT MEMAHAMI KONSEP OPERASI PANEL SOLAR DIDALAM MENGHASILKAN TENAGA SETERUSNYA KEPADA APLIKASI DIDALAM SEKTOR PERTANIAN. SETELAH MENGENALPASTI JENIS-JENIS PANEL SOLAR TERSEBUT SETERUSNYA PENULIS INGIN MEMBAWA PARA PEMBACA UNTUK MENGETAHUI PROSES PEMASANGAN PANEL SOLAR SECARA PRAKTIKAL KEPADA PARA PELAJAR.

ISI KANDUNGAN:

ISI KANDUNGAN

PENULIS, EDITOR & GRAFIK.....	3
PENGHARGAAN.....	4
PRAKATA.....	4
ABSTRAK.....	5
ISI KANDUNGAN:.....	6
BAB 1: KENALI MATAHARI ANDA	11
Bab 2: Kenali Bumi anda	12
2.1 Peranan Atmosfera Bumi Dalam Penapisan Sinaran Matahari	12
2.2 Insolasi Suria	13
Bab 3: Ketahui gerakan matahari.....	14
3.1 Kesan kecondongan paksi bumi.....	14
Bab 4: Ketahui di mana untuk menghadapi panel PV solar anda	15
4.1 Perlukah Semua Panel PV Suria Menghadap Ke Selatan?	15
4.2 Bagaimana Untuk Mengetahui Laluan Matahari Sepanjang Tahun.....	16

4.3 Arah Lain	18
Bab 5: Ketahui Jam Matahari Puncak (Peak Sun Hours) di Kawasan Anda.....	19
Bab 6: Kenali Sistem PV Solar Anda.....	21
6.1 Sistem PV Solar Off-Grid	21
6.2 Sistem PV Solar Grid-Tied.....	23
6.3 Sistem PV Solar Hibrid	26
Bab 7: Ketahui Beban Elektrik Anda	28
7.1 Watt, KiloWatt dan KiloWatt jam.....	28
7.2 Anggarkan Beban Harian, Kegunaan Dan Seterusnya.....	29
Bab 8: Kenali Sel dan Panel PV Solar Anda	32
8.1 Jenis Sel PV Solar	32
8.2 Kecekapan Sel PV Suria.....	33
8.3 Voltan Nominal daripada Panel PV Solar	34
8.4 Saiz Sel Solar PV dan Output Panel Solar	36
8.5 Memilih Panel PV Solar.....	38
Bab 9: Ketahui prestasi Sel PV Solar anda di bawah kepanasan.....	40

9.1 Prestasi PV Solar Di Bawah Suhu Yang Berbeza	40	12.3 Amperage dan Voltage	53
9.2 Spektrum Cahaya Matahari Bukan Semuanya Berguna	42	12.4 Kapanjangan Wayar.....	55
9.3 Panel Di Bawah Panas	43	12.5 Pekali suhu wayar	55
9.4 Menyejukan Panel Anda.....	43	12.6 Penarafan Voltan wayar	55
Bab 10: Ketahui kesan teduhan separa	44	12.7 Penyambung	56
10.1 Tidak Boleh Memandang Rendah Kesan Teduhan Separa	45	12.8 Pemutus Litar.....	56
Bab 11: Kenali struktur penyokong Panel Suria PV Anda.....	47	Bab 13: Ketahui bila hendak memasang PV solar dengan bersiri atau selari	57
11.1 Pemasangan Panel PV Solar Tetap.....	48	13.1 Siri atau Konfigurasi Rantai.....	57
11.2 Pemasangan Panel PV Solar Boleh Laras	49	13.2 Konfigurasi Selari	59
11.3 Pemasangan Panel PV Solar Boleh Gerak	49	13.3 Pencampuran Konfigurasi Bersiri dan Selari	61
11.4 Langkah kaki yang selamat untuk pemasangan PV Solar	51	13.4 Mencampurkan Pelbagai Jenis Panel PV Suria	62
Bab 12: Kenali pendawaian solar anda	52	Bab 14: Kenali Pengawal Caj Solar Anda	64
12.1 Kualiti Binaan Wayar	52	14.1 Menggunakan Solar PV Tanpa Pengawal Caj.....	64
12.2 Rintangan Dalam dan Kekonduksian	53	14.2 Pengawal Caj Solar	65
		14.3 Menggunakan PV Solar Dengan Pengawal Caj PWM	67

14.4 Menggunakan Solar PV Dengan Pengawal Caj MPPT	68
Bab 15: Kenali Bateri anda	70
15.1 Terminologi penting	71
15.2 Keadaan Caj (State of Charge – SOC)....	71
15.3 Kedalaman Nyahcas (Depth of Discharge – DOD).....	72
15.4 Kecekapan Pusingan Tenaga (Round-Trip Efficiency).....	74
15.5 Kadar Nyahcas Sendiri (Self Discharge Rate)	74
15.6 Kapasiti Bateri.....	75
15.7 Suhu Mengecas dan Suhu Menyahcas .	76
15.8 Pampasan Suhu	77
15.9 Kadar Cas (C-Rates).....	78
15.10 Bateri Permulaan (Starting Batteries) Dan Bateri Kitaran Dalam (Deep-Cycle Batteries)	79
15.11 Jenis Biasa Bateri Suria.....	81
15.12 Bateri Plumbum-Asid (Banjir).....	81
15.13 Bateri Asid Plumbum Terkawal Injap (VRLA).....	84
15.14 Bateri Litium	87
15.15 Jenis Bateri Boleh Dicas Semula Yang Lain	90
15.16 Membeli Bateri Anda	91
15.17 Pilih Dengan Betul – Bateri Kitaran Dalam.....	91
15.18 Pastikan Pengawal Cas Anda Menyokong Bateri Yang Anda Beli.....	92
15.19 Bergantung Pada Tempat Anda Menginap	93
15.20 Bergantung Pada Nominal Sistem Anda	94
15.21 Pastikan Anda Tahu Cara Mengekalkan Bateri Anda.....	94
15.22 Meningkatkan Kapasiti Bateri Anda ..	95
15.23 Tentukan Sistem Selari Atau Bersiri ..	96
Bab 16: Kenali Inverters Anda.....	98
16.1 Memahami Arus Ulang-alik (Alternating Current).....	98
16.2 Memahami Bentuk Gelombang Inverter	101

16.3 Penyongsang Gelombang Persegi (Square Wave Inverter)	101	18.2 Pendebatan Waranti Solar	113
16.4 Penyongsang Gelombang Sinus Diubahsuai (Modified Sine Wave Inverter) ..	102	18.3 Waranti Pemasangan.....	115
16.5 Penyongsang Gelombang Sinus (Sine Wave Inverter)	103	18.4 Panel PV Solar.....	116
16.6 Kegunaan Lain Penyongsang.....	104	18.5 Wayar dan Penyambung	118
16.7 Penyongsang Kuasa dalam sistem PV Suria.....	104	18.6 Pemutus Litar Miniatur	118
16.7 Penyongsang Luar Grid (Off Grid Inverter)	105	18.7 Penyongsang Dan Pengawal Cas	119
16.8 Penyongsang Berikat Grid (Grid-Tied Inverter)	105	18.8 Bateri.....	120
16.8 Penyongsang Hibrid (Hybrid Inverters)	106	18.9 Mengekalkan Beban	121
16.9 Penyongsang Mikro (Micro Inverters) ..	108	18.9 Bumbung Anda	122
16.10 Pengoptimum (Optimizers)	109	Bab 19: Ketahui Feed in Tarif dan Insentif Tenaga Boleh Diperbaharui	123
16.11 Memilih Inverter	110	19.1 Tarif dan Insentif – Sumber Motivasi Awam ke arah Penggunaan Tenaga Boleh Diperbaharui.....	123
Bab 18: Ketahui jangka hayat dan penyelenggaraan PV Solar anda.....	111	19.1 Feed in Tariff.....	123
18.1 Waranti	111	19.2 Feed in Tariff di Malaysia.....	124
18.2 Waranti Panel Pv Solar.....	112	Bab 20: Kenali pihak berkuasa tempatan anda	127
		20.1 Peranti solar kecil.....	129
		Sumber Informasi PhotoVoltaic Solar di Malaysia	134

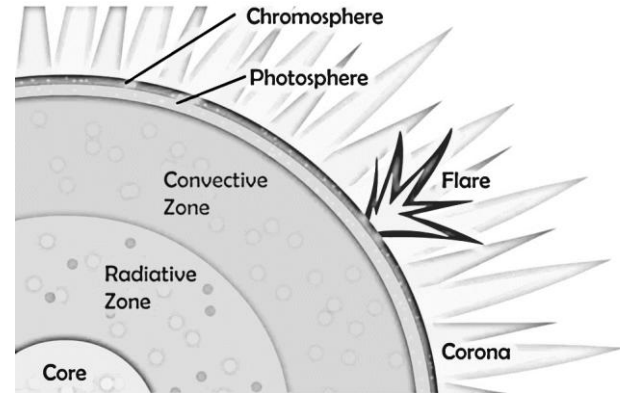
Portal Pihak Berkuasa Rasmi Malaysia	134
Pasaran PV Solar Dalam Talian Malaysia ...	137
1. SOLAR PANEL MALAYSIA	138
2. NUSOLAR.....	138
3. PEKAT TEKNOLOGI SDN BHD	139
4. PHOTON SOLAR.....	139
5. SOLARVEST	140
6. SOLARVIZ	141
7. SURIA INFINITI.....	141

BAB 1: KENALI MATAHARI ANDA

Ini adalah langkah yang sangat asas sebelum berfikir untuk memasang sistem PV solar. Tanpa mengetahui matahari, bagaimana anda akan menuai tenaganya?

Pertama sekali, matahari adalah bintang di tengah-tengah sistem suria. Ia adalah **330,000 kali** jisim Bumi, dan menyumbang **99.86%** daripada jumlah jisim Sistem Suria. Ia terdiri terutamanya daripada **73%** hidrogen dan **25%** helium.

Photophere (lapisan luar cahaya matahari yang dipancarkan) membakar panas dengan suhu plasma di antara **4,230 hingga 5,730 °C**. Jisim pusat matahari lebih panas dengan **1.57×10^7 °C** sebagai gabungan nuklear berlaku di teras.



Rajah 1: Anatomi asas matahari.

Malah ia adalah penjana gabungan nuklear yang besar di tengah-tengah sistem solar yang memancarkan jumlah radiasi dan foton yang besar dalam semua arah dari matahari. Selain itu, ia juga menghasilkan angin suria dengan kelajuan supersonik (250-750 km/s) dari korona (lapisan atmosfera di atas matahari), iaitu plasma yang terdiri daripada sebahagian besar elektron, proton dan zarah alfa dengan tenaga haba antara 1.5 -10 keV. Ia menyebabkan fenomena yang unik seperti komet dengan ekor selalu dari cahaya matahari dan kutub.

Bumi, sebagai planet ketiga dari matahari, adalah satu-satunya planet dalam sistem suria yang berkembang dengan kehidupan. Ia dilindungi oleh magnetosfera bumi dan atmosfera bumi yang tebal.

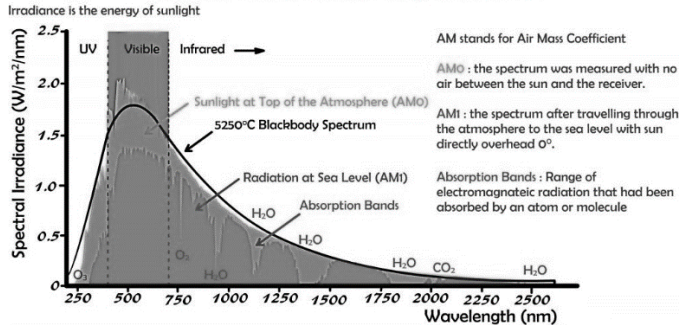
BAB 2: KENALI BUMI ANDA

2.1 Peranan Atmosfera Bumi Dalam Penapisan Sinaran Matahari

Sinaran suria purata tahunan yang tiba di bahagian atas atmosfera bumi adalah kira-kira 1361 W/m^2 . Radiasi yang tiba didistribusikan merentasi spektrum elektromagnetik, dari Ultra Violet, cahaya kelihatan kepada cahaya Inframerah. Kira-kira separuh daripadanya adalah cahaya inframerah.

Atmosfera tebal kami terdiri daripada 78% nitrogen dan oksigen 21%, dengan jumlah surih wap air dan karbon dioksida. Lapisan ozon di stratosfera (10-50km di atas permukaan bumi) menyerap kebanyakan sinaran Ultraviolet (UV) Matahari. Molekul lain seperti air dan karbon dioksida juga menyerap beberapa spektrum sinaran suria, mewujudkan band penyerapan ciri.

Solar Radiation Spectrum



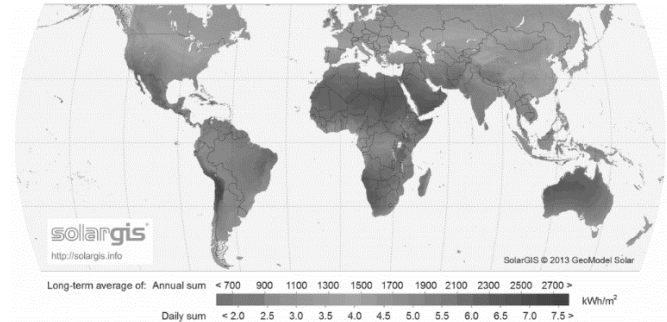
Rajah 2: Spektrum Radiasi Suria menunjukkan spektrum di bahagian atas atmosfera dan di paras laut. Diketahui bahawa banyak gelombang panjang yang hilang dari spektrum akhir yang dilihat di paras laut disebabkan oleh penyerapan oleh Ozon, Oksigen dan Air di atmosfer bumi.

Sinar Matahari dilemahkan semasa mereka melepasi atmosfera, meninggalkan sinaran permukaan maksimum normal pada kira-kira 1000 W/m² di paras laut pada hari yang jelas. Mengabaikan kewujudan awan, insolasi purata harian untuk Bumi adalah kira-kira 6 kWh/m².

2.2 Insolasi Suria

Insolasi solar adalah ukuran tenaga sinar matahari yang diterima di kawasan permukaan

tertentu pada waktu tertentu. Ia biasanya dinyatakan sebagai sinaran purata dalam watt per meter persegi (W/m²) atau kilowatt-jam bagi satu meter persegi sehari (kWh/m²hari).



Rajah 3: Potensi Solar Global. (Sumber: SolarGIS © 2014 GeoModel Solar)

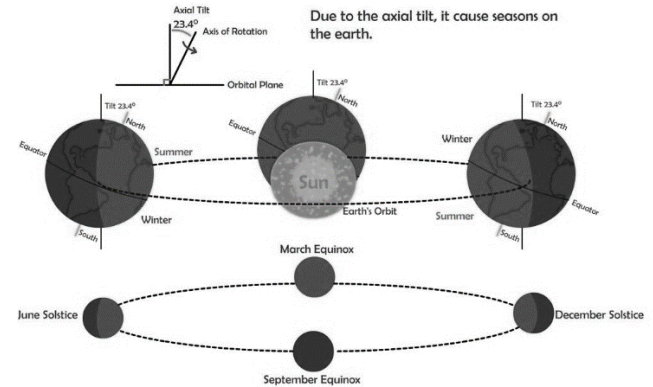
Kebanyakan permukaan Bumi dengan Insolasi suria yang lebih tinggi terletak di gurun tanpa awan. Awan terdiri daripada titisan air, kristal beku dan zarah yang terapung di atmosfera. Ia berpotensi besar untuk mengurangkan kebanyakan sinaran matahari untuk mencapai permukaan. Jelas sekali, untuk mempunyai sistem PV suria yang lebih cekap, anda perlu meletakkan sistem anda di lokasi yang boleh membekalkan insolasi suria yang banyak.

BAB 3: KETAHUI GERAKAN MATAHARI

3.1 Kesan kecondongan paksi bumi

Kita semua tahu bahawa di bumi matahari terbit dari Timur dan terbenam di Barat. Tetapi sebenarnya, matahari benar-benar terbit dari Timur dan terbenam di Barat hanya dua hari setahun, iaitu pada Equinox Musim Gugur dan Equinox Musim Bunga.

Ia adalah kerana bumi mempunyai kecondongan aksial (keserongan) paksi putaran dari pesawat orbitnya. Kecondongan paksi bumi berayun antara 22.1 dan 24.5 darjah pada kitaran 41,000 tahun. Pada masa ini ia mempunyai kecondongan $23^{\circ} 26' 13.1''$ (atau 23.43697°). kecondongan paksi bumi menyebabkan empat musim seperti yang kita tahu.

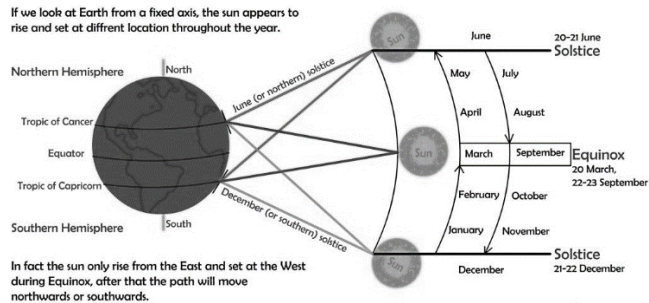


Rajah 4: Paksi Condongan Bumi dan kesannya pada musim di Bumi.

Semasa Solstice Utara pada bulan Jun, matahari akan berada di atas (titik subsolar) Tropic of Cancer (Northern Tropic). Tropic of Cancer adalah latitud paling utara di Bumi di mana matahari boleh secara langsung di atas. Ia mencatat permulaan musim panas di Hemisfera Utara. Hemisphere selatan pada masa yang sama akan mengalami permulaan musim sejuk.

Semasa Solstice Selatan pada bulan Disember, matahari akan berada di atas Tropic of Capricorn (Southern Tropic). Ia mencatat permulaan Musim

Panas ke Hemisfera Selatan dan Musim Sejuk di Hemisfera Utara.



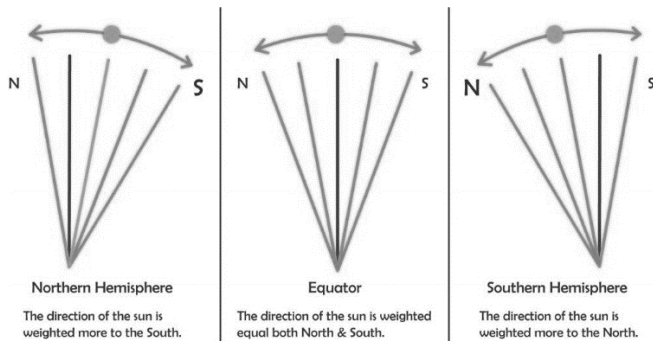
Rajah 5: Solstice dan Equinox. Sekiranya kita melihat Bumi dari paksi tetap, matahari kelihatan naik dan ditetapkan di lokasi yang berbeza sepanjang tahun.

Dengan mengetahui kecondongan paksi bumi, kita boleh tahu di mana kita harus menghadapi panel PV solar kita. Adalah penting apabila memasang panel PV solar tidak bergerak berbanding dengan panel solar PV bergerak bermotor yang boleh menyasarkan ke arah matahari secara langsung. Sebuah panel solar PV tidak bergerak mempunyai pemasangan yang mudah, kos yang lebih rendah dan penyelenggaraan yang mudah.

BAB 4: KETAHUI DI MANA UNTUK MENGHADAPI PANEL PV SOLAR ANDA

4.1 Perlukah Semua Panel PV Suria Menghadap Ke Selatan?

Kebanyakan artikel dalam talian menyebutkan tentang PV solar tetap mesti menghadapi Selatan bagi penjaan kuasa suria yang paling cekap, tetapi pernyataan itu datang dengan satu syarat, ia hanya terpakai kepada mereka yang hidup di Hemisfera Utara. Diketahui bahawa kebanyakan negara dengan pemasangan PV solar yang meluas adalah dari Hemisfera Utara, seperti China, Eropah, Jerman dan Amerika Syarikat.



Rajah 6: Imej ini menggambarkan arahan matahari majoriti dalam setahun berkaitan dengan lokasi yang berlainan di Bumi.

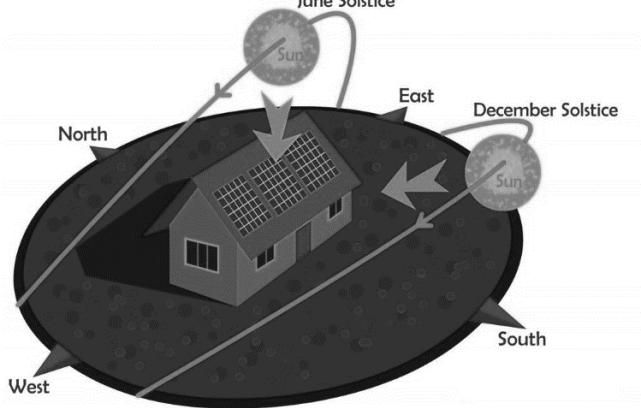
Di Hemisfera Utara, bermanfaat untuk memiliki PV solar tetap anda menghadap ke selatan sejurus kerana kebanyakan jalan matahari adalah ke arah selatan. Hemisfera Selatan perlu mempunyai PV solar tetap yang menghadap ke utara Sebaliknya. Dengan kata lain, hadapi panel PV solar anda ke arah Khatulistiwa.

4.2 Bagaimana Untuk Mengetahui Laluan Matahari Sepanjang Tahun

Jalan matahari tidak sama sepanjang tahun disebabkan fakta bahawa bumi akan condong pada paksi putaran. Pada bulan-bulan tertentu, matahari kelihatan menyeberang langit di sebelah selatan, manakala pada beberapa bulan ia melalui tengah langit atau menyeberang langit di sebelah utara. Oleh itu, penting untuk mengetahui laluan matahari untuk memperoleh maksimum solar.

Nasib baik ada rutin penentuan di mana matahari harus terbit dan terbenam. Rutin ini diulang setiap tahun dengan pola yang sama. Adalah penting bahawa pengiraan adalah berdasarkan utara yang benar (berdasarkan paksi putaran bumi – seperti yang ditunjukkan dalam kebanyakan peta, dan koordinat) sebagai pengganti magnet utara (seperti yang dilihat dalam kompas).

Sun's Path During Summer and Winter at Northern Hemisphere June Solstice



Rajah 7: Laluan matahari semasa musim panas dan musim sejuk di hemisfera utara.

Utara betul tidak sama dengan utara magnetik. Oleh itu jika anda menggunakan kompas untuk mengarahkan panel anda, anda perlu membetulkan perbezaannya, yang berbeza dari tempat ke tempat disebabkan oleh kesan penurunan magnet. Alternatif yang lebih baik ialah menggunakan GPS dan Kalkulator Solar. Kalkulator arah matahari boleh didapati dalam talian dan pelbagai aplikasi mudah alih.

Salah satu contohnya ialah <http://suncalc.net>.



Rajah 8: Aplikasi online suncalc.net boleh digunakan untuk mengetahui bagaimana arah dan jalan matahari sepanjang tahun. Kami meletakkan penanda di Shanghai China dan menunjukkan kebanyakan matahari tertumpu di Selatan

Dengan kalkulator matahari, anda boleh pin menunjukkan lokasi anda pada peta dan menyesuaikan tarikh dan masa ke hadapan atau ke belakang. Tarikh penting untuk siasatan ialah 20 Mac (Equinox), 20-21 Jun (Solstice Utara), 22-23 September (Equinox) dan 21-22 Disember (Southern Solstice). Anda akan mendapati arah purata dan laluan matahari untuk menentukan di mana anda harus menghadapi panel PV solar anda.

4.3 Arah Lain

Bagaimana jika anda tidak mempunyai peluang untuk mempunyai panel menghadap selatan dan barat? Jangan bimbang, Arah yang lain seperti timur dan barat adalah mungkin selagi anda dapat menhadapi cahaya matahari secara langsung.

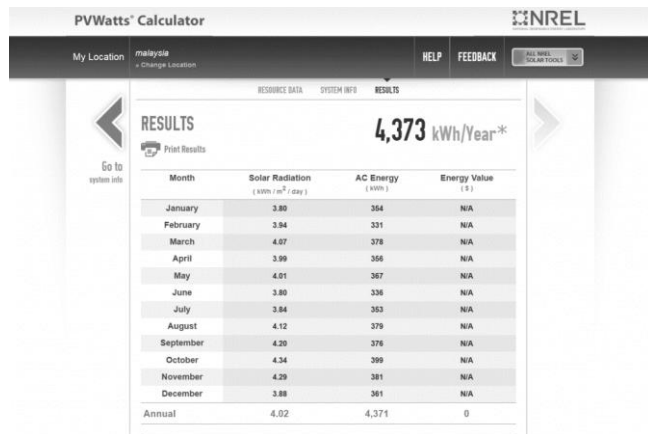
Kajian terbaru juga mencadangkan terdapat manfaat dari panel solar PV yang menghadap ke barat. Satu kajian mengenai 110,000 rumah California, sebahagian besar panel menunjukkan ke arah selatan untuk memaksimumkan pengeluaran semua kuasa, tetapi pengeluaran puncak datang pada tengah hari, tidak pada waktu petang apabila permintaan puncak untuk rumah tangga mula dari 4 petang dan seterusnya.

Dalam beberapa kes jika anda mempunyai bumbung yang mempunyai satu sisi menghadap ke arah barat dan yang lain menghadap ke timur, anda boleh mempunyai dua sistem bebas yang meliputi setiap bumbung. Panel menghadap Timur akan menjadi penjanaan kuasa penuh pada waktu pagi, sementara panel menghadapi Barat akan menjadi penjanaan kuasa penuh pada waktu petang. Kedua-dua puncak ini akan

mengimbangi kekurangan penjanaan kuasa panel yang tidak disengajakan.

Faktor lain seperti pembentukan awan tempatan dan cuaca juga memainkan peranan penting dalam menentukan arah mana anda harus menghadapi panel PV solar anda. Sekiranya anda mempunyai pagi-pagi berawan lebih kerap, ia bermanfaat untuk panel PV solar anda untuk menghadap ke arah barat (untuk mengumpul lebih banyak matahari pada petang). Begitu juga jika anda mempunyai waktu petang mendung lebih kerap, menghadap timur (matahari pagi) akan menjadi pilihan yang lebih baik. Oleh itu, penting juga untuk mencari corak cuaca tempatan.

Anda boleh menggunakan [Kalkulator PVWatts NREL](#) untuk mengira anggaran output PV anda berdasarkan arah solar anda Panel PV dan data radiasi solar tempatan.

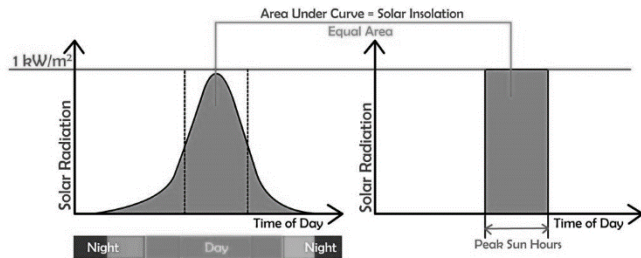


Rajah 9: Kalkulator PVwatts oleh Makmal Tenaga Diperbaharui Kebangsaan.

BAB 5: KETAHUI JAM MATAHARI PUNCAK (PEAK SUN HOURS) DI KAWASAN ANDA

Sudah tentu diketahui bahawa, apabila terdapat cahaya matahari, anda boleh menghasilkan kuasa dari sistem PV solar. Walau bagaimanapun, tidak setiap kali ketika waktu siang itu mempunyai matahari penuh (insolation solar). Di waktu pagi dan petang akan ada bersinar matahari tetapi tidak akan berada dalam keamatan maksimumnya (kurang kuasa yang dihasilkan dari PV solar). PV solar akan mendapat momentum penjanaan kuasa apabila matahari naik perlahan-lahan sehingga tengah hari di mana ia berada dalam keamatan maksimum.

Oleh kerana sinaran suria berubah-ubah dalam satu hari disebabkan oleh keadaan cuaca, namun ia masih umumnya mengikuti keluk pengedaran biasa. Untuk memudahkan pemahaman dan pengiraan, insolasi solar harian purata digunakan – Jam matahari puncak.



Rajah 10: Jam Matahari Puncak (Peak Sun Hours) merujuk kepada insolasi matahari yang mana lokasi tertentu akan diterima jika matahari bersinar pada nilai maksimumnya (1 kW/m^2) untuk beberapa jam tertentu. Semakin panjang Jam Matahari, semakin banyak potensi untuk penjaan kuasa solar PV.

“Jam matahari puncak” adalah insolasi suria yang boleh diterima oleh kawasan tertentu jika matahari bersinar pada nilai maksimumnya untuk beberapa jam tertentu. Oleh kerana puncak radiasi matahari di paras laut ialah 1 kW/m^2 (apabila matahari terus di atas tanpa awan), bilangan jam matahari puncak adalah sama dengan purata solar insolation purata.

Sebagai contoh, lokasi yang menerima 8 kWh/m^2 sehari boleh dikatakan telah menerima 8 jam matahari setiap hari pada 1 kW/m^2 . Di Malaysia, kita mempunyai purata 4-4.5

kWh/m^2 setiap hari, dan oleh itu kita boleh menterjemahkannya kepada purata 4-4.5 jam matahari setiap hari berkaitan dengan 1 kW/m^2 . Di kawasan sekitar tropika (Tropics of Cancer and Capricorn) akan mempunyai 5-7 kWh/m^2 semasa solstis musim panas di mana tempoh hari lebih panjang daripada malam, ia akan mempunyai 1.5-3 kWh/m^2 semasa solstis musim sejuk.

Ini penting kerana modul PV solar sering dinilai pada input standard 1 kW/m^2 . Semakin tinggi Jam Matahari, semakin banyak tenaga dapat dituai dari cahaya matahari.

BAB 6: KENALI SISTEM PV SOLAR ANDA

Sekumpulan sel solar membentuk modul solar. Sekumpulan panel PV suria dengan aksesori lain membentuk Sistem PV Solar. Pada dasarnya Sistem PV Solar akan dijadikan persediaan penjanaan kuasa anda untuk membekalkan elektrik yang paling anda perlukan.

Sistem PV Solar asas boleh dibahagikan kepada Off-Grid, Grid-Tied atau Hybrid System. Kesemua sistem tiga mempunyai manfaat yang berbeza bergantung pada lokasi dan penggunaan kuasa.

6.1 Sistem PV Solar Off-Grid

Sistem PV Solar Off-Grid adalah salah satu sistem yang biasa bagi mereka yang ingin menjana kuasa kepada alat elektrik jauh dari grid utama atau mereka yang memerlukan peralatan mudah alih dan tinggal jauh dari grid kuasa utiliti.

Kelebihan ini termasuk:

- Mudah untuk membina dan mengekalkan. Ia semudah Panel A solar PV, Wayar, Pengawal caj dan bateri.
- Kemudahan. Anda boleh memasang peranti anda di mana-mana selagi ada cahaya matahari. Ia berguna apabila pergi berkhemah di Hutan dan dalam perjalanan RV pada gurun besar.
- Tidak memerlukan pendawaian panjang untuk peranti yang terletak jauh dari grid kuasa terdekat anda. Pendawaian menyusahkan merentasi kawasan yang besar dan memerlukan pemasangan pengalaman dan mengikut kod tempatan pada memasang kabel atas atau bawah tanah untuk mencegah kemalangan elektrik.
- Sepenuhnya disesuaikan dan berskala. Anda boleh mempunyai sistem PV solar kecil yang menguasai peralatan kecil anda atau sistem PV solar yang besar yang menguasai seluruh rumah atau kawasan kejiranan anda.
- Kemerdekaan solar. Oleh kerana anda tidak bergantung kepada grid kuasa anda

untuk bekalan kuasa, anda tidak perlu bimbang tentang gangguan kuasa dan membayar apa-apa wang ke grid utiliti.

- Ia adalah tenaga Hijau Lestari yang anda boleh yakin. Matahari bebas dan anda memiliki semua tenaga yang dituai. Anda tidak perlu risau tentang jejak alam sekitar dari syarikat utiliti kuasa kerana sebahagian daripada mereka masih bergantung kepada bahan api fosil.
- Keterjangkauan bateri pada masa hadapan. Dengan kemajuan teknologi dan peningkatan pengeluaran kenderaan elektrik, dalam masa terdekat kita akan melihat penurunan harga bateri dan meningkatkan kecekapan bateri.

Apakah keburukan sistem PV suria luar grid?

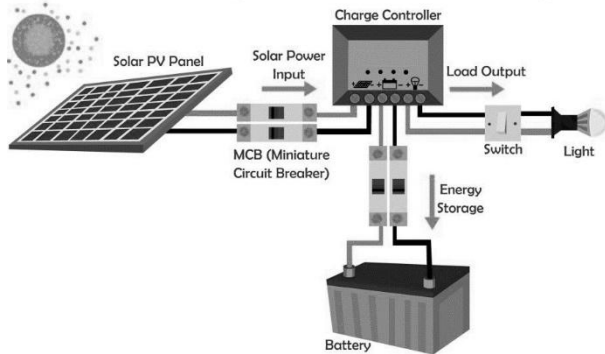
- semua adalah anda sendiri. Tanpa perancangan yang betul pada sistem penyimpanan bateri dan panel PV solar yang mencukupi untuk menghasilkan semua elektrik yang anda perlukan, anda akan menghadapi bateri kosong di tengah malam di mana anda memerlukan kuasa.
- Kos bateri tinggi pada dasarnya disebabkan oleh satu isu utama – mereka

tidak tahan selama-lamanya dan anda perlu memaksimumkan kapasitinya lebih daripada apa yang akan anda gunakan. Jika anda sering menggunakannya lebih daripada disarankan, anda mungkin akan merosakkan bateri anda lebih cepat daripada yang anda fikirkan. Lebih banyak mengenai kedalaman saranan bateri adalah dalam beberapa bahagian seterusnya “mengetahui bateri anda”.

- Kebanyakan digunakan untuk perkakas dan pencahayaan yang lebih kecil di mana anda tidak perlu menarik terlalu banyak kuasa. Contohnya lAmpu jalan, lAmpu taman, pam akuarium, CCTV dan kalkulator anda. Penggunaan kuasa yang lebih besar seperti menara telekomunikasi luar bandar akan memerlukan panel PV suria yang lebih besar. Ia boleh menjalankan Microwaves Ovens, Penghawa dingin, Peti Sejuk dan Pemanas Air dengan panel PV Suria, tetapi selalunya tidak kos efektif berbanding dengan Grid Utiliti dan Penjana Bahan Bakar Fosil. Isu sering timbul apabila kuasa yang diambil dari sistem bateri adalah lebih besar daripada yang

disimpan dalam sistem baterai, tanpa sokongan sekunder, sistem solar akan berhenti sepenuhnya.

A Simple Off-Grid Solar PV System



Rajah 11: Sistem PV Solar termudah terdiri daripada Panel Suria, Pengawal Caj, Bateri dan Beban

6.2 Sistem PV Solar Grid-Tied

Sistem PV Solar seterusnya ialah Sistem PV Solar Grid. Ia juga dikenali sebagai on-grid, utility-interaktif, grid inter-tie dan grid back feeding. Pada dasarnya ia bermakna ia adalah sistem PV solar yang disambungkan ke grid kuasa utiliti.

Sistem Grid-Tied paling biasa dijumpai di rumah yang telah mempunyai grid kuasa utiliti tetapi

juga ingin menambah manfaat daripada penjanaan kuasa sendiri dari sistem PV Solar milik sendiri.

Kebaikan Sistem PV Solar Grid-Tied adalah:

- Anda boleh menggunakan kuasa yang dihasilkan dari panel terus dari palam rumah. Dalam sistem Grid-Tied, PV Solar disambungkan terus ke grid kuasa rumah melalui inverter tie grid. Dalam sistem Grid-tied, inverter grid terikat akan mengesan kuasa dan bentuk gelombang dari grid utama dan kemudian menyuntik dengan Voltan yang lebih tinggi (contohnya 0.5 Volt lebih tinggi) ke dalam grid kuasa rumah yang disegerakkan dengan baik ke kuasa grid rumah fasa (juga dikenali sebagai inverters yang disegerakkan). Sekiranya anda mempunyai perkakas elektrik anda yang memerlukan kuasa, ia akan menarik kuasa dari penyongsang terikat grid terlebih dahulu sebelum menarik tenaga tambahan dari grid kuasa utiliti. Ia tidak menjimatkan penggunaan elektrik pada peranti anda tetapi dapat mengurangkan kuasa yang diambil dari grid utiliti dan

dengan itu mengurangkan bil elektrik bulanan anda.

- Pengukuran Bersih. Dalam sesetengah keadaan ia membuat anda mendapat pendapatan daripada sistem PV solar anda. Elektrik tambahan dalam grid rumah disuntik ke grid utiliti, yang seterusnya akan membalikkan meter kuasa rumah (meter beralih ke belakang). Sesetengah negeri menawarkan tarif suapan yang membolehkan anda dibayar untuk setiap kWh kuasa yang diberikan kepada grid. Insentif lain juga disediakan untuk menyokong tenaga boleh diperbaharui.
- Kos peralatan dan kos pemasangan yang lebih rendah (kos pendahuluan yang kurang). Sebahagian besar kos untuk sistem solar PV grid adalah dari sistem storan baterinya yang sengaja berukuran besar untuk memastikan bekalan kuasa yang berterusan dalam keperluan atau semasa memanjangkan musim sejuk di mana jam matahari dikurangkan.
- Keseluruhan grid utiliti adalah bateri maya sendiri. Anda tidak perlu risau tentang storan bateri rumah. Oleh kerana

penyelenggaraan bateri tidak murah. Elektrik tambahan ditolak ke grid tanpa membuang tenaga yang tidak digunakan (dalam sistem suria luar grid, sekali bateri dicas sepenuhnya dan tiada beban menggunakan kuasa, semua kuasa yang berlebihan dibazirkan). Lebih-lebih lagi jika anda memerlukan lebih banyak tenaga berbanding sistem PV solar anda, anda boleh mendapatkan bantuan dari grid utiliti tanpa membebankan sistem PV solar anda.

- Inverter Grid-Tied kini sangat cekap, terutamanya yang mempunyai Penjejakan Titik Maksimum yang bersepadu. Menggunakan bateri asid plumbum yang lebih murah dapat mengurangkan kecekapan sistem anda hingga 80%, penurunan kecekapan selanjutnya dari masa ke masa apabila sistem bateri tidak diselenggarakan dengan baik atau lepas kitaran servisnya.
- Anda tidak perlu risau tentang memungkah sistem PV solar anda dalam Sistem Grid Tie. Anda boleh mempunyai peranti lapar kuasa yang berlari walaupun ia adalah melepasi kapasiti sistem PV solar

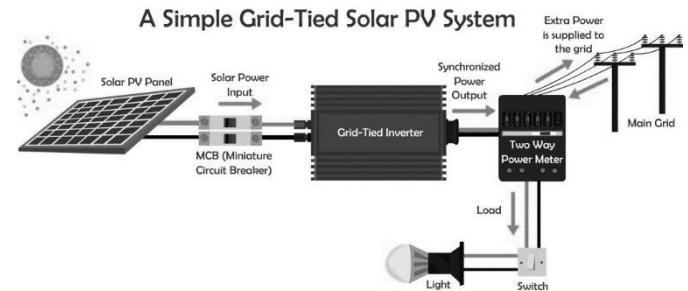
anda boleh menghasilkan. Ini semua kembali kepada sifat perkongsian beban kuasa, Inverter Grid-Tied membekalkan kuasa awal, sementara kuasa tambahan datang dari grid utiliti kuasa. Pastikan penarafan kuasa total panel PV suria dan inverter grid yang terikat dengan grid dipadankan untuk mengelakkan inverter terlalu panas. Misalnya Anda tidak boleh memasang panel solar Pv 1.5kW ke inverter grid-tied 1kW.

Dengan begitu banyak manfaat daripada Sistem PV Solar Grid-Tied, jadi apa yang menjadi keburukan?

- Sistem Grid-Tied bukan penyelesaian sandaran kuasa. Anda tidak boleh menggunakan kuasa yang dijana daripada sistem PV solar jika anda menghadapi gangguan kuasa dari grid utiliti utama. Ini disebabkan oleh sebab keselamatan. Semasa pemadaman kuasa grid utiliti, mungkin ada pekerja membaiki grid kuasa utama di luar, memaksa tenaga listrik kembali ke grid akan membawa kepada kemalangan elektrik yang tidak diinginkan kepada pekerja membaiki. Sistem akan

berfungsi semula sebaik sahaja grid utiliti dihidupkan semula.

- Berhati-hati dengan undang-undang setempat mengenai penyongsang terikat grid. Sesetengah tempat tidak mahu anda cuba membalikkan meter elektrik, sementara tempat lain mungkin tidak menawarkan pendapatan tambahan atau insentif untuk memberikan kuasa kembali ke grid. Berunding dengan pihak berkuasa tempatan atau penjual tempatan sistem PV Solar untuk sebarang pertanyaan timbul.



Rajah 12: Sistem PV Solar Grid-Tied mudah terdiri daripada panel PV Solar dan Inverter Grid-Tied. Oleh kerana Grid-Tied Inverter dapat menyegerakkan output dengan Voltan yang lebih besar daripada Voltan grid, beban boleh menggunakan kuasa dari sistem PV solar terlebih dahulu

sebelum grid utama. Sekiranya terdapat kuasa tambahan ia akan membekalkan terus ke grid utama.

6.3 Sistem PV Solar Hibrid

Sistem luar grid dan ikat Grid mempunyai kedua-dua kebaikan dan keburukannya. Walau bagaimanapun, sistem solar Hybrid yang lebih baru menggabungkan yang terbaik dari sistem solar grid-tied dan off grid. Sistem ini boleh digambarkan sebagai solar luar grid dengan kuasa sandaran utiliti (Hybrid off Grid – HOG) Inverters, atau grid bertali solar dengan penyimpanan bateri tambahan.

Mereka dipanggil sistem kuasa pintar. Sistem ini agak mahal pada masa kini tetapi akan melihat kejatuhan harga runcit sistem hibrid dalam masa akan datang.

Sistem hibrid sepenuhnya diautomatiskan melalui sistem berkomputer, yang boleh menentukan kapan menggunakan kuasa dari panel solar PV, kuasa dari bateri atau kuasa dari grid utiliti. Ia mengurangkan kebergantungan pada grid utiliti kuasa dan menyalurkan sebahagian besar penggunaan kuasa dari panel

PV suria, dan pada masa yang sama akan memastikan bateri menjadi sandaran untuk kegunaan semasa grid utiliti kuasa padam. Ia boleh menjadi persediaan untuk membekalkan beban kritikal hanya dengan kuasa dari bateri apabila grid utiliti kuasa padam.

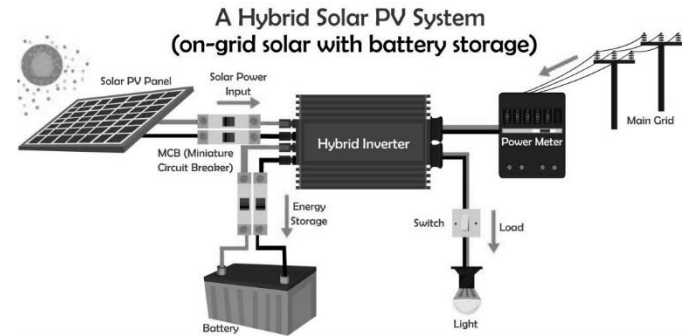
Penyimpanan bateri hibrid seperti Tesla Powerwall akan membolehkan anda untuk program untuk menyimpan kuasa yang dijana daripada sistem PV solar pada waktu siang dan kuasa rumah untuk malam. Ia tidak dimaksudkan untuk menyimpan elektrik berhari-hari tetapi akhirnya akan mengurangkan kegunaan kuasa puncak utiliti.

Adalah diketahui bahawa terdapat dua puncak utama penggunaan kuasa. Puncak pagi dan petang. Pada waktu pagi 5 pagi hingga 7 pagi (sehingga pukul 9 pagi), ia adalah satu senario umum pagi yang rAmping kerana alat-alat sejuk bermula memerlukan lebih banyak tenaga, termasuk mesin kilang dan penyaman udara pejabat. Pada waktu petang 5 petang hingga 7 malam (5.30 petang-7.30 petang) akan menjadi puncak kedua di mana semua orang pulang ke rumah dan menyusun pencahayaan rumah mereka, penyaman udara dan alat memasak

elektrik. Bateri hibrid boleh dikenakan semasa jam tidak sibuk (termasuk dari sistem solar PV) dan membekalkan kembali ke rumah semasa jam sibuk. Ini mengurangkan beban puncak pada grid kebangsaan, dan menjimatkan beberapa wang (beberapa negeri mempunyai caj yang berbeza lebih mahal pada penggunaan kuasa pada waktu puncak).

Sistem hibrid juga dapat berkembang secara berskala. Memandangkan ia dapat menyokong input dan output kuasa yang sangat tinggi (contohnya 10KW), ia sesuai untuk kegunaan rumah umum dengan peranti lapar kuasa tinggi seperti penyaman udara dan peti sejuk. Menambah pek bateri yang dihasilkan secara khusus akan membolehkan penyimpanan lebih banyak bergantung kepada permintaan.

Tidak banyak keburukan untuk sistem hibrid selain daripada kos pendahuluan yang lebih tinggi.



Rajah 13: Sistem PV solar hibrid juga sistem solar grid dengan penyimpanan bateri. Terdapat beberapa jenis sistem hibrid. Pada dasarnya bateri boleh dikenakan melalui solar atau dari grid dan membekalkan beban apabila diperlukan.

BAB 7: KETAHUI BEBAN ELEKTRIK ANDA

Sebelum anda mempertimbangkan berapa besar sistem PV solar yang anda perlukan, adalah penting untuk mengetahui beban anda. Beban akan termasuk apa-apa yang anda melekat pada output sistem, termasuk pencahayaan, motor, peralatan digital dan lain-lain.

Pengiraan beban sangat penting dalam sistem PV suria luar grid kerana tidak ada sokongan grid kuasa utiliti seperti sistem grid yang terikat. Kegagalan untuk menganggarkan beban anda akan menyebabkan beban muatan ke peranti kritikal anda seperti pengawal caj dan bateri atau kehabisan bateri semasa operasi kritikal. Selalunya hampir menghabiskan caj bateri akan memendekkan jangka hayatnya.

7.1 Watt, KiloWatt dan KiloWatt jam

Watt (W) adalah unit kuasa dalam Sistem Unit Antarabangsa (SI). Ia ditakrifkan sebagai 1 joule sesaat (atau 1 meter Newton sesaat). Dalam istilah elektrik, satu watt ialah kadar di mana kerja

dilakukan apabila satu Ampere (A) arus mengalir menerusi perbezaan potensi elektrik satu Volt (V). Oleh itu $\text{Watt} = \text{Volt} \times \text{Amps}$. Ini mengukur kuasa seketika. Semakin tinggi watt, kuasa yang lebih tinggi, atau setara dengan tenaga yang lebih banyak digunakan setiap unit masa (saat).

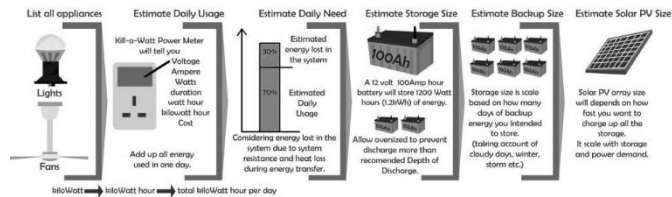
Satu kilowatt (kW) bersamaan dengan seribu watt. Dari segi sinaran matahari, pada hari yang cerah pada pertengahan hari yang hampir dengan khatulistiwa, satu meter persegi di Bumi akan menerima biasanya kira-kira satu kilowatt cahaya matahari dari matahari ($1\text{kW}/\text{m}^2$). Untuk memudahkan perkara, kebanyakan unit dalam solar menggunakan kilowatt (kW).

Kilowatt Jam (kWh) sebaliknya adalah unit tenaga setara ke 3.6 megajoules ($1 \text{ joule} \times 3600 \text{ saat}$), yang bermaksud tenaga yang dikekalkan dihantar atau digunakan dalam tempoh masa. Jumlah tenaga dalam jam kilowatt ialah kuasa dalam kilowatt yang didarab dengan masa dalam jam. Ia biasanya digunakan oleh utiliti elektrik untuk mengukur tenaga yang digunakan untuk pengebilan.

Bagaimana ini penting? Dengan jumlah yang sama 1kWh ia akan menjalankan peranti 1000

watt selama 1 jam tetapi juga boleh menjalankan peranti 100 watt selama 10 jam. Oleh itu untuk skala sistem PV solar, kita perlu tahu berapa banyak tenaga yang akan dihasilkan oleh semua peranti, disimpan dan digunakan.

7.2 Anggaran Beban Harian, Kegunaan Dan Seterusnya



Rajah 15: Ilustrasi mengenai cara menganggarkan saiz sistem PV solar anda. Ini semua kembali kepada anggaran beban anda, oleh itu pengiraan beban adalah bahagian penting dari sistem PV solar grid.

Pada mulanya Senarai semua peralatan elektrik (cahaya, kipas dll) yang anda akan disambungkan ke sistem PV solar anda.

Kenal pasti jadual masa berapa lama setiap perkakas akan digunakan. Ini akan memberi anda gambaran kasar berapa banyak tenaga

(kWh) setiap perkakas akan digunakan. Memandangkan penggunaan tenaga yang berlainan akan berlaku apabila perkakas mula berfungsi dari permulaan sejuk, atau dalam kepanasan, kerja baseline dan sebagainya, maka meter kuasa akan membantu. Sebagai contoh, meter kuasa Kill-a-Watt akan memberikan gambaran yang jelas mengenai berapa banyak tenaga peranti anda digunakan.

Tambah semua kWh yang digunakan dalam sehari, dan ia akan menjadi asas bagi permintaan kuasa anda. Juga mempertimbangkan sekitar 30% tenaga yang hilang dalam sistem kerana rintangan elektrik, kehilangan haba semasa pemindahan tenaga dan kecekapan penyimpanan bateri. Oleh itu, jumlah kWh kali 1.3 (bersamaan dengan 130%) akan mencapai anggaran keperluan harian (permintaan).

Dengan mengetahui anggaran keperluan harian, anda boleh menganggarkan kapasiti penyimpanan yang anda perlukan untuk menyimpan tenaga. Ingat bahawa anda hanya mempunyai cahaya matahari pada jam yang terhad dalam satu hari, oleh itu kapasiti storan minimum akan bersamaan dengan atau lebih daripada keperluan harian anda. Ia sepadan

dengan satu hari penuh bekalan kuasa. Bateri 12-Volt 100 Amp jam akan menganggangkan menyimpan jam 1200-watt (1.2kWh) tenaga.

Bagaimanapun, jika anda mempunyai kapasiti penyimpanan minimum untuk sistem anda, anda akan menunaikan sepenuhnya bateri setiap hari dan risiko merosakkan bateri. Untuk memanjangkan hayat bateri, disarankan untuk melepaskan sebahagian daripada caj bateri. Maklumat lanjut akan di bahagian bateri.

Sebagai contoh jika keperluan harian anda ialah 1kWh, maka anda memerlukan minimum bateri asid 2kWh (~ 170Ah 12V) yang disyorkan (bateri asid plumbum mempunyai Kedalaman Pelepasan Cadangan DoD sebanyak 50% atau lebih rendah) untuk melakukan penyimpanan sandaran selama satu hari. Jelas sekali bateri asid 3kWh (~ 250Ah) akan menjadi lebih baik kerana ia hanya akan menjadi 33% DoD.

Selain itu, bergantung kepada keadaan cuaca dan musim, terdapat hari-hari cahaya matahari kurang (mis. Hari yang mendung, hari hujan, hari salji), maka anda perlu meningkatkan simpanan anda bergantung kepada berapa hari tenaga sandaran yang anda ingin simpan. Di tempat yang

mempunyai keadaan cuaca yang buruk, anda mungkin memerlukan sandaran 4-7 hari.

Akhirnya dengan penyimpanan yang banyak, anda boleh menganggangkan saiz array PV solar. Matlamat anda adalah untuk mengecaj semua storan secepat mungkin apabila matahari terbit. Kembali ke pemahaman tentang jam matahari puncak, panel solar yang dinilai 100watt akan menghasilkan perkiraan 0.5kWh (500Wh) tenaga setiap hari jika dikenakan 5 jam matahari. (jumlah tenaga = penarafan PV solar x jam matahari). Tercatat kebanyakan hari solar PV tidak akan menghasilkan 100Watt yang dinilai secara konsisten kerana penarafan watt berdasarkan keadaan standard 25 celcius dan tertakluk kepada sinar matahari 1 kW/m² tengah hari maksimum yang tidak dihalang matahari hari di khatulistiwa.

Jumlah minimum tenaga solar panel PV solar setiap hari mesti bersamaan atau lebih daripada jumlah penggunaan tenaga yang dianggarkan setiap hari untuk mengelakkan sistem imbalan negatif yang akan diakhiri dengan simpanan dilepaskan sepenuhnya selepas beberapa hari penggunaan.

Oleh itu, pengiraan beban tidak semudah mengangkut peranti 100Watt ke panel PV solar 100Watt. Selepas semua pengiraan, anda mungkin memerlukan panel PV solar 1000Watt untuk menjalankan beban 100Watt untuk 24hrs tanpa henti.

Contoh pengiraan beban

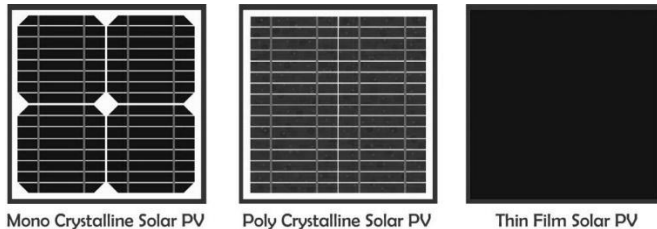
Contohnya berdasarkan keadaan di atas:

- Peranti 100-Watt yang berjalan selama 24 jam tanpa henti memerlukan 2400Watt jam sehari. ($100 \times 24 = 2400$)
- Memandangkan anggaran 30% tenaga yang hilang dari sistem, ia memerlukan 3120Watt jam sehari. ($2400 \times 1.3 = 3120$)
- 3120-Watt jam sehari memerlukan sekurang-kurangnya 624-Watt solar panel PV yang dinilai di kawasan 5 jam matahari setiap hari. ($3120/5 = 624$)
- 3120-Watt jam sehari akan memerlukan panel PV solar 780 Watt minimum di kawasan 4 jam matahari setiap hari. ($3120/4 = 780$)

Di musim sejuk atau kawasan hari yang kerap berawan dengan 2 jam matahari setiap hari akan memerlukan panel PV solar sekurang-kurangnya 1560-Watt untuk memastikan ia menjana 3120-Watt jam sehari. ($3120/2 = 1560$)

BAB 8: KENALI SEL DAN PANEL PV SOLAR ANDA

8.1 Jenis Sel PV Solar



Rajah 15: PV solar jenis Mono Kristal, Poli Kristal dan Filem Nipis. Sel solar Mono Kristal mempunyai ciri-ciri tulen yang bersih tulen. Poli Kristal mempunyai rupa kristal berbintik-bintik. Filem nipis biasanya permukaan halus lancar dan ada yang fleksibel.

Terdapat banyak jenis sel solar PV di pasaran, tetapi kebanyakannya dibahagikan kepada tiga jenis utama.

- **Mono-Kristal Silicon Solar PV (Sel Solar Monocrystalline)**
- **Poli-Kristal Silicon Solar PV (Sel Solar Polycrystalline)**
- **Sel Solar Filem Tipis (TFSC)**

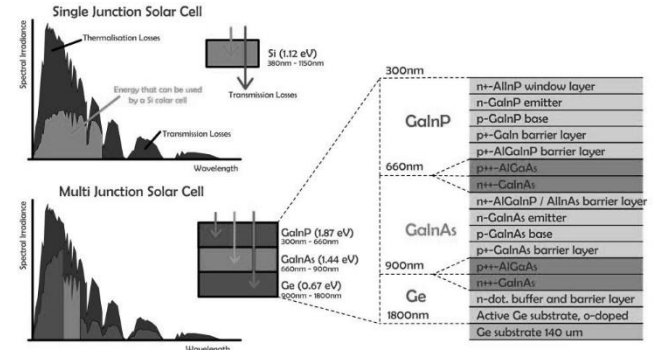
Di pasaran pengguna, kebanyakan panel PV solar rumah adalah sama ada jenis Mono-Kristal atau Poli-Kristal. Kedua-dua sel PV solar ini sangat mantap di pasaran dan kos telah jatuh ke hAmpir \$ 0.30 setiap watt dan lebih murah.

Mono-Crystalline yang merupakan sel PV solar silikon kesucian tertinggi yang dihasilkan dari satu kristal silikon yang dihasilkan secara besar-besaran. Prestasinya diketahui lebih baik daripada Poly-Crystalline. Dalam tahun-tahun kebelakangan ini, terdapat peningkatan dalam proses pembuatan dan pelapis, menjadikan kedua-dua kristal itu cukup rapat dalam persaingan, dengan Mono sedikit di hadapan dalam kecekapan tetapi lebih mahal. Mono-Crystalline juga berfungsi lebih baik dalam suhu panas dan cahaya rendah.

Sel solar PV dihasilkan oleh syarikat-syarikat yang berlainan di seluruh dunia. Pada masa ini China menghasilkan sel PV solar yang menguasai pasaran sedunia. China adalah pengeluar fotoVoltaik terbesar di dunia sejak tahun 2015 sehingga hari ini dan terus berkembang.

8.2 Kecekapan Sel PV Surya

Adalah penting untuk mengetahui bahawa tidak ada panel PV solar yang cekap 100% . Panel solar biasa yang boleh didapati secara komersil adalah pelbagai silikon persimpangan tunggal (kedua-dua mono dan poli kristal) hanya boleh mempunyai kecekapan maksimum 33% di bawah keadaan ujian standard. Ia dipanggil Had Efisiensi Shockley Queisser. Had disebabkan terutamanya oleh fakta bahawa tidak semua foton dari cahaya matahari ditangkap, foton tenaga yang rendah tidak diserap, foton tenaga yang lebih tinggi diserap tetapi tenaga yang berlebihan hilang sebagai haba. Kecekapan sebenar solar PV akan mempunyai kecekapan yang lebih rendah daripada 33% disebabkan oleh ketahanan wayar, pantulan dalaman dari kaca dan permukaan solar PV, ruang yang ditempatkan oleh elektrod pada permukaan PV silikon dan tahan haba yang disebabkan oleh semikonduktor. PV filem tipis dengan bahan yang berbeza daripada silikon klasik, dan panel yang lebih baru dengan pelbagai persimpangan “stacking” akan mempunyai kecekapan teori yang lebih tinggi.

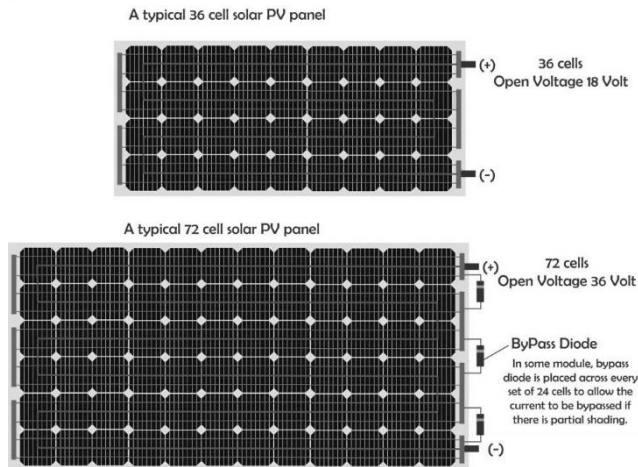


Rajah 16: Perbezaan di antara sel suria persimpangan tunggal dan persimpangan pelbagai. Menunjukkan bagaimana kedua sel itu berfungsi dalam mengubah spektrum penuh sinar matahari menjadi elektrik. Dalam sel tunggal sel solar silikon boleh menerima foton dengan tahap tenaga lebih daripada 1.12eV, sebarang tenaga lebih daripada 1.12eV dibazirkan sebagai haba. Dalam pelbagai sel solar, semikonduktor yang berbeza dapat menuai foton dari tahap tenaga yang berbeza, dengan itu meningkatkan kecekapan keseluruhannya.

Apabila membandingkan PV solar wattage yang sama antara dua jenis (contohnya mono vs poly), anda mesti tahu bahawa kedua-dua panel diberi nilai watt yang sama akan menghasilkan kuasa hAmpir sama, tetapi panel kecekapan yang lebih rendah (misalnya poli) akan size lebih besar daripada panel kecekapan yang lebih tinggi

(contohnya mono). Jika ruang bukan masalah, poli kristal yang lebih murah boleh menjadi pilihan yang baik untuk pengguna.

8.3 Voltan Nominal daripada Panel PV Solar



Rajah 17: panel PV solar biasanya terdiri daripada 36 sel dan 72 sel. Varian lain juga boleh didapati termasuk 32, 48, 60 sel.

Istilah “Nominal” dianggap sebagai nilai de facto atau taksiran yang diterima secara umumnya yang biasanya mengikut kumpulan tujuannya

untuk pengenalpastian dan klasifikasi yang mudah. Ia berbeza dari nilai “sebenar” yang mempunyai nilai yang tepat. Contohnya dalam talian kuasa rumah, ia boleh menjadi 120 Volt atau 240 Volt sistem nominal, tetapi nilai sebenar boleh berubah antara $\pm 5\text{-}10\%$ bergantung kepada beban, kapasiti penjanaan kuasa, dan faktor lain.

Kami juga menggunakan **Voltan nominal** untuk mengkategorikan peralatan solar berasaskan bateri. Kerana Voltan yang lebih tinggi diperlukan untuk mengecas bateri. Kedua nominal biasa yang digunakan dalam sistem PV solar berasaskan bateri ialah 12 Volt dan 24 Volt. Untuk memudahkan mengklasifikasikan panel PV solar kita selalu mengatakan ini adalah panel 12V atau panel 24V.

Sebuah panel 12V nominal sel 36 sebenarnya mempunyai Voltan Voc (Voltan litar terbuka) sekitar 22V, dan Vmp sekitar 17V. Dengan gandakan jumlah sel itu, panel dengan 72 sel ialah nominal 24V sebenarnya mempunyai Voltan Voc sekitar 44V, dan Vmp sekitar 36V.

Varian lain seperti panel solar PV 32 sel yang mempunyai Voltan terbuka hampir 14.7-15 Volt, yang memberi manfaat kepada pengecas bateri

asid plumbum secara langsung sehingga caj penuh. Panel PV solar sel 48 akan mempunyai Voltan terbuka sebanyak 22 Volt, di mana pengawal caj diperlukan untuk mengelakkan pengecasan berlebihan bateri 12 Volt.

Dalam sistem terikat grid atau pengawal caj MPPT, Voltan litar terbuka lebih dipentingkan daripada Voltan nominal. Ini kerana anda boleh siri beberapa panel dan menjalankan sistem MPPT atau grid pada Voltan yang lebih tinggi (contohnya 45V, 150V, 600V).

Perkara yang perlu diperhatikan dalam panel PV Solar

Voltan Litar Terbuka (Voc) adalah Voltan tertinggi yang boleh dihasilkan oleh panel PV solar dalam Syarat Ujian Standard, tanpa sebarang beban ke panel (oleh itu litar terbuka). Voltan ini boleh menjadi lebih tinggi atau lebih rendah bergantung kepada suhu yang berbeza daripada Syarat Ujian Standard 25 darjah Celcius.

Voc akan menjadi penting apabila datang kepada pilihan penyongsang dan kawalan pengawal caj, anda tidak mahu risiko merosakkan peranti elektronik yang halus dengan panel yang boleh

menghasilkan Voltan lebih tinggi yang disyorkan, terutamanya apabila anda menyambung panel solar secara siri untuk menghasilkan Voltan yang lebih tinggi.

Oleh sebab Voc bervariasi dengan suhu, anda mungkin perlu mengambil kira Voltan tambahan yang dihasilkan dalam cuaca sejuk (contohnya musim sejuk) daripada keadaan ujian standard. Cobalah untuk melihat sekeliling helaian data yang mempunyai graf yang menyebutkan Voc dalam beberapa suhu yang berbeza, ambil perhatian pada suhu terendah yang mungkin dihadapi oleh kawasan anda dalam pengiraan anda untuk memastikan ia tidak melebihi input Voltan inverter dan pengawal caj yang disyorkan.

Arus Semasa Litar Pintas (Isc) adalah Amperaj tertinggi (Arus) yang boleh dihasilkan oleh panel PV solar dengan membuat litar pintas (melalui menyambungkan meter Amp secara langsung pada output panel).

Ini bersamaan dengan arus maksimum yang boleh melalui sel suria pada keadaan ujian standard. Apabila memilih pelbagai panel PV suria untuk ditempatkan secara bersiri, adalah penting untuk memastikan semua Isc mirip

untuk mengelakkan panel dengan I_{sc} yang lebih rendah dibebankan apabila bekerja bersama-sama dengan panel yang mempunyai Amperaj yang lebih tinggi.

Voltan pada Maksimum Kuasa (V_{mp}) ialah Voltan panel solar pada ketika ia menghasilkan kuasa yang maksimum.

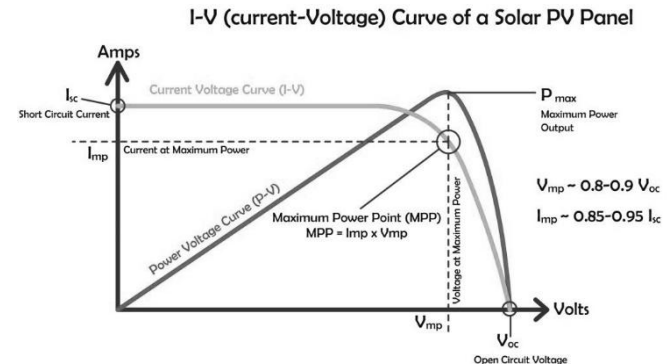
Arus pada Maksimum Kuasa (I_{mp}) adalah output arus di mana panel solar menghasilkan jumlah maksimum kuasa.

Kedua-dua V_{mp} dan I_{mp} diambil ke dalam pengiraan watt maksimum panel anda di bawah syarat ujian standard.

Prestasi Panel Suria boleh dijelaskan dengan lengkung Voltan-arus. Ia juga boleh didapati dalam lembaran data pengeluaran.

Ia bermula pada Arus Litar Pintas (I_{sc}) dimana arus maksimum tetapi Voltan adalah sifar. Selanjutnya, arus tetap sama dengan kenaikan Voltan, sehingga titik di mana peningkatan Voltan lebih tinggi akan menunjukkan penurunan arus, sehingga mencapai Voltan Litar Terbuka (V_{oc}) dengan arus sifar. Titik manis adalah titik kuasa maksima yang bersamaan dengan Voltan pada

Kuasa Maksimum (V_{mp}) dan Arus pada Kuasa Maksimum (I_{mp}).

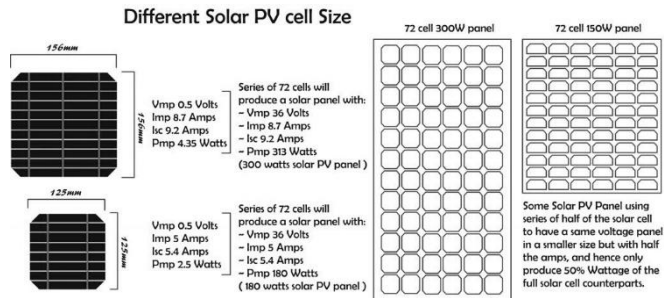


Rajah 19: Lengkungan Voltan-Arus dan Kuasa-Voltan pada panel PV solar.

8.4 Saiz Sel Solar PV dan Output Panel Solar PV

Panel solar PV adalah pemasangan sel PV solar yang diletakkan secara siri. Setiap sel solar biasanya boleh mempunyai Voltan litar terbuka (tanpa beban) 0.5 Volt ($\sim 0.46V$) perbezaan potensi dengan arus litar pintas 3 Amp. Walau bagaimanapun ia akan berbeza bergantung kepada saiz wafer solar yang digunakan. PV solar yang lebih kecil akan mempunyai penarafan

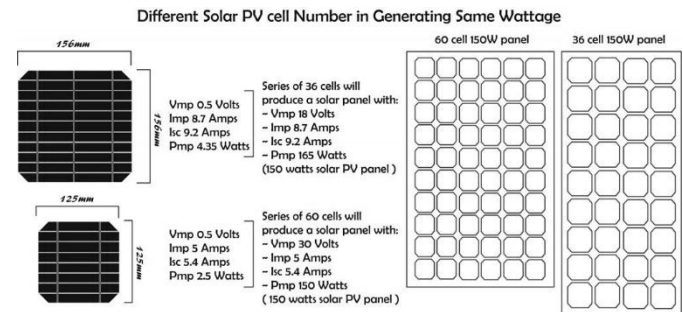
Amperage yang lebih rendah disebabkan oleh kawasan semikonduktor yang kurang untuk litar arus.



Rajah 20: Saiz sel solar PV yang berbeza akan mempunyai penarafan arus yang berbeza yang menentukan output kuasa setiap sel. Digabungkan ke dalam panel PV suria, satu siri sel PV solar disambungkan bersama untuk meningkatkan Voltan tetapi penarafan arus tetap sama melalui mereka.

Kadangkala anda mungkin jumpa dua panel solar dengan watt yang sama tetapi saiz dan kiraan sel yang berlainan. Panel saiz sel kecil akan mempunyai kiraan sel yang lebih banyak (dengan itu Voltan lebih tinggi dan Amperaj lebih rendah) dibandingkan dengan panel dengan saiz sel yang lebih besar dengan kiraan sel yang lebih rendah (dengan itu Amperaj lebih tinggi dan Voltan lebih

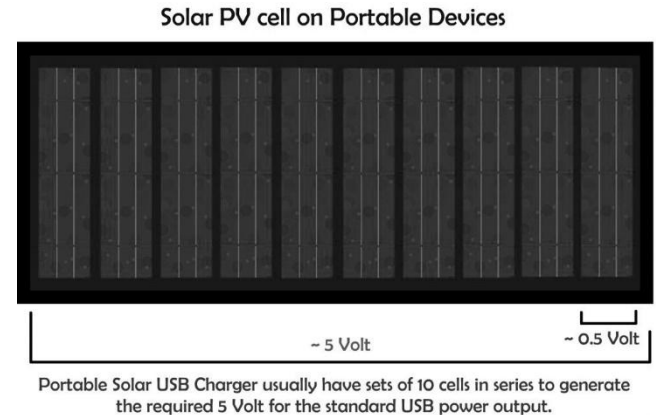
rendah). Panel kiraan sel yang lebih rendah biasanya panel untuk sistem dengan nominal yang lebih rendah (mis. 36 sel adalah untuk sistem nominal 12 Volt, manakala 60 sel adalah untuk sistem nominal 20 Volt). Malah kawasan permukaan kedua hAmpir sama dengan dua panel dengan watt yang sama.



Rajah 21: Kadangkala kami mendapati dua panel dengan penarafan kuasa yang sama (watt) tetapi jumlah sel PV solar yang berlainan. Ini kerana Voltan x Amps adalah watt, maka panel akan saiz sel kecil akan mempunyai lebih banyak kiraan sel (dengan itu Voltan lebih tinggi tapi Amperaj lebih rendah) berbanding dengan panel dengan saiz sel yang lebih besar dengan kiraan sel yang lebih rendah (dengan itu Amperaj lebih tinggi tapi Voltan yang lebih rendah). Malah kawasan permukaan kedua hAmpir sama dengan dua panel dengan watt yang sama.

Selain daripada dua saiz solar PV yang dinyatakan di atas, terdapat juga saiz lain yang sedia ada di pasaran, bergantung kepada kawasan permukaan yang boleh didapati untuk kenalan solar dan Voltan nominal yang diperlukan untuk operasi. Wafer suria boleh dihiris ke dalam saiz yang berbeza seperti yang diperlukan.

Dalam peranti mudah alih, Voltan nominal ialah 5 Volt, iaitu Voltan nominal untuk penyambung USB. Oleh itu untuk menghasilkan 5 Volt nominal secara berkesan, kiraan sel yang diperlukan akan menjadi 10 (sebagai 0.5 Volt setiap sel). Walau bagaimanapun, 10 sel normal akan menduduki kawasan permukaan yang besar, dan untuk membolehkan panel solar yang saiz lebih kecil, saiz sel dikurangkan. Ingatlah, setiap sel akan menghasilkan ~ 0.5 Volt tanpa mengira saiz, tetapi saiz yang lebih kecil akan membolehkan Amperage yang lebih rendah, dan oleh itu panel watt rendah. Contoh yang baik ialah bank bateri mudah alih USB yang dipasang panel solar .



Rajah 22: Pengecas USB Solar Portable biasanya mempunyai set 10 sel dalam siri untuk menghasilkan 5 Volt yang diperlukan untuk keluaran kuasa USB standard

8.5 Memilih Panel PV Solar

Apabila memilih panel PV solar, adalah penting untuk memilih panel berkualiti kerana panel PV solar yang baik akan terus menghasilkan kuasa walaupun beberapa dekad. Beberapa panel PV solar yang digunakan sejak 40 tahun lalu masih menghasilkan kuasa pada hari ini. Yang biasanya akan gagal pada panel PV suria adalah bingkai panel dan kemerosotan sel PV solar yang

disebabkan air dan lembap memasuki sel silikon dari bingkai panel yang rosak.

Oleh kerana panel PV solar bertahan lama, maka ia dianggap sebagai salah satu sumber yang boleh diperbaharui yang terbaik. Ia boleh mendapat pulangan pelaburan dalam beberapa tahun dari segi kos elektrik. Lebih penting lagi, pelepasan karbon sifar semasa berfungsi sepanjang hayat perkhidmatannya boleh “mengimbangi” kos tenaga awal untuk pengeluarannya dalam masa beberapa tahun.

Proses hulu pembuatan sistem PV solar akan menjana 80%-95% pelepasan karbon dalam kitaran hayat solar PV, dengan jejak karbon menganggarkan 12g setiap kWh untuk kemudahan menggunakan panel filem nipis dan 24g per kWh dalam panel silikon kristal. Penggunaan solar tidak bebas dari pelepasan karbon tetapi dalam jangka masa panjang ia masih lebih baik daripada terus membakar bahan api fosil dalam penjanaan kuasa.

Panel PV solar yang baik akan datang dengan jaminan yang baik, sama ada jaminan prestasi atau jaminan peralatan. Waranti prestasi biasanya menjamin pengeluaran 90% pada 10

tahun dan 80% pada 25 tahun. Waranti peralatan biasanya akan menjamin 10 – 12 tahun tanpa peralatan gagal. Ini melindungi pengguna daripada masalah seperti kecacatan perkilangan dan kerosakan pra-matang.

Panel PV solar yang baik akan mempunyai bingkai dan kaca pelindung yang berkualiti. Bingkai ini biasanya diperbuat daripada aluminium anodised yang tahan lama dan tahan karat. Kaca di hadapan panel biasanya kaca yang menahan pecah di bawah tekanan. Sel-sel PV solar biasanya dibungkus dan diapit untuk mengelakkan bocor udara dan lembap yang boleh merosakkan elektrod pada sel-sel.

Panel PV solar yang baik adalah penting kerana ia akan duduk di atas bumbung atau di luar rumah anda di bawah matahari dan hujan selama beberapa dekad dan perlu memenuhi harapan generasi kuasa tanpa masalah selama beberapa dekad. Tambahan pula panel yang rosak akan memberi kesan kepada kecekapan keseluruhan sistem PV solar anda. Pulangan pelaburan dalam solar PV adalah dari segi penjanaan elektrik, oleh itu panel yang merosot cepat akan mengurangkan pulangan sebenar pelaburan.

BAB 9: KETAHUI PRESTASI SEL PV SOLAR ANDA DI BAWAH KEPANASAN

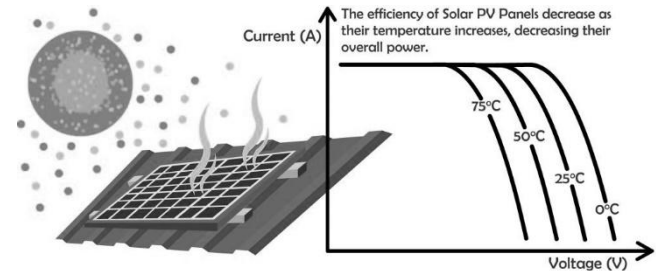
9.1 Prestasi PV Solar Di Bawah Suhu Yang Berbeza

Jenis sel solar PV yang berlainan mempunyai tindak balas yang berbeza terhadap haba. Semua panel diuji pada 25 darjah celsius dengan keupayaan 1000 Watt per Meters Square (seperti dalam Standard Test Condition). Oleh itu output sebenar panel boleh berbeza dari penarafan kuasa yang dinyatakan pada panel.

Anda mungkin menemui istilah pekali suhu (temperature coefficient) atau pekali suhu kuasa maksimum (P_{max} – maximum power temperature coefficient). Ia memberitahu anda betapa banyak kuasa panel akan hilang (kerana penurunan Voltan) dalam peratusan apabila suhu meningkat sebanyak 1 ° C di atas 25 ° C (iaitu keadaan ujian standard). Walau bagaimanapun jika suhu lebih rendah daripada 25 ° C, untuk setiap 1 ° C di bawah 25 ° C, pengiraan akan dibalikkan, lebih banyak kuasa akan dijanakan dalam keadaan

lebih sejuk (disebabkan keuntungan dari segi Voltan) berbanding dengan keadaan ujian standard.

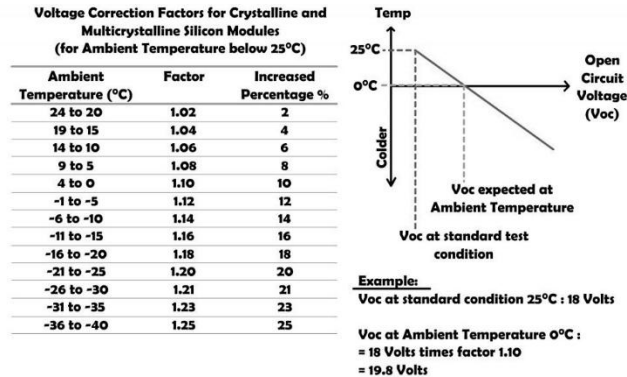
PV silikon mempunyai pekali suhu yang lebih tinggi kira-kira -0.4 hingga -0.5 peratus (kehilangan 0.4% – 0.5% output kuasa, disebabkan kejatuhan Voltan yang ketara) untuk setiap darjah Celsius meningkat dalam suhu di atas 25 darjah Celcius, jika dibandingkan dengan jenis penel film nipis mempunyai pekali suhu yang lebih rendah kira-kira -0.2 hingga -0.3 . Ini bermakna dalam suhu yang lebih sejuk, di bawah standard 25 darjah Celcius, sel PV solar akan meningkatkan kecekapannya. (Sama seperti penyejukan nitrogen cecair boleh membuat CPU overclocked kepada kekerapan berfungsi yang lebih tinggi.) Panel solar monocrystalline boleh bertolak ansur dengan haba lebih baik daripada panel solar Polycrystalline.



Rajah 23: Kecekapan Panel PV Suria menurun apabila suhu mereka bertambah, mengurangkan kuasa keseluruhan mereka.

PV Solar suka cuaca sejuk. Pada musim sejuk, ia boleh menghasilkan lebih banyak Voltan daripada apa yang dinilai pada panel. Oleh itu, penting untuk mengetahui suhu tersejuk di kawasan anda dan menyesuaikan potensi yang sesuai. Anda mungkin memerlukan Inverter yang boleh mengendalikan Voltan dan kuasa yang lebih tinggi untuk mengelakkannya dibebankan pada bulan-bulan musim sejuk. Walaupun panel boleh menjadi sangat cekap dan menghasilkan lebih banyak kuasa daripada musim panas, namun Sun Hours musim sejuk jauh lebih pendek. Manfaatnya ialah, penel anda boleh cuba menghasilkan seberapa banyak tenaga yang boleh

dalam masa jam matahari yang singkat pada musim sejuk.



Rajah 24: Faktor Pembetulan Voltan untuk Panel Silikon Mono-Kristal dan Poli-Kristal untuk suhu sekitar 25 Celcius. Ini berguna untuk kawasan yang mempunyai musim sejuk yang boleh menghasilkan Voltan Terbuka yang lebih tinggi yang mungkin lebih tinggi daripada apa yang boleh disokong oleh pengawal inverter.

Oleh kerana setiap panel silikon boleh dihasilkan secara berbeza bergantung pada teknologi proprietari, cara terbaik untuk menentukan pekali suhu panel adalah melihat pada datasheet pembuatan.

Ia adalah ironi bahawa cahaya matahari yang kita mahu untuk sel PV solar untuk menangkap dan menjana haba juga datang dengan haba inframerah yang tidak diinginkan yang memanaskan panel. Pada 45 darjah Celsius semasa hari yang cerah, panel solar PV dapat mengurangkan kecekapan sehingga 10%.

9.2 Spektrum Cahaya Matahari Bukan Semuanya Berguna

Di permukaan bumi, Matahari Cahaya terdiri daripada kira-kira 2% Ultra Violet Light, 49% cahaya yang dapat dilihat, dan 49% daripada Cahaya Inframerah. Walaupun cahaya UV diketahui menyebabkan luka bakar kulit dan kerosakan pada infrastruktur, Ozon mesra kami di Stratosphere telah membantu kami menapis sebahagian besar daripada mereka, meninggalkan 2% UV melarikan diri ke permukaan, lebih tinggi jika terdapat lubang di Ozon. 49% cahaya boleh dilihat boleh memanaskan permukaan, tetapi kita memerlukannya untuk penglihatan, fotosintesis dan fotoVoltaik. 49% lain spektrum inframerah yang tidak kelihatan tersebar merentasi spektrum

700nm hingga 2500nm, adalah spektrum yang luas yang tidak mudah menyaringnya sepenuhnya, walaupun dengan filem solar terbaik yang menuntut untuk menyaring spektrum inframerah. Mereka memanaskan permukaan bumi dan bertanggungjawab untuk hari cerah yang panas. Molekul awan dan air di atmosfera membantu mengurangkannya, mewujudkan hari mendung yang lebih sejuk tetapi juga mengurangkan sedikit cahaya kelihatan.

9.3 Panel Di Bawah Panas

Sesetengah mungkin berfikir bahawa, suhu luar adalah sejuk pada suhu 25°C , adakah kita bimbang? Malah, suhu panel yang menghadap matahari adalah semua cerita yang berbeza. Ingat bagaimana kereta di dalam dipanaskan hingga hampir 60°C manakala di luar hanya sekadar hari cerah 25°C ? Ini adalah senario yang sama dalam panel PV Solar.

Kaca adalah penebat haba yang baik, yang bermaksud haba tidak akan bergerak bebas di antara mereka. Oleh itu, haba akan mudah dijebak di sisi lain (belakang) panel. Selain itu cahaya akan ditukar menjadi haba sambil

melempi kaca, menghasilkan suhu lebih tinggi. Haba akan semakin meningkat dengan sifat sel PV solar yang berwarna gelap, kerana objek gelap menyerap lebih banyak haba. Akhirnya sel PV solar akan berkerja pada suhu yang jauh lebih tinggi daripada suhu atmosfera.

Dengan hari yang cerah dengan keadaan atmosfera 25°C , panel mungkin berkerja pada 50°C di paras sel solar PV jika bahagian belakang panel tidak disejukan.

9.4 Menyejukan Panel Anda

Anda tidak boleh menteduhkan panel PV suria untuk mengelakkannya menjadi terlalu panas, tetapi beberapa langkah mudah dapat membantu mengurangkan haba terperangkap pada sel solar.

Anda perlu meninggalkan beberapa inci (sebaik-baiknya 6 inci atau lebih) di bawah panel solar untuk peredaran udara yang lebih baik yang menyejukan panel secara semulajadi. Ia sangat penting bagi mereka yang ingin mempunyai panel PV solar tetap di bumbung mereka. Pada hari yang cerah, sesetengah bumbung boleh memanaskan hingga 45-75 Celsius jika bumbung

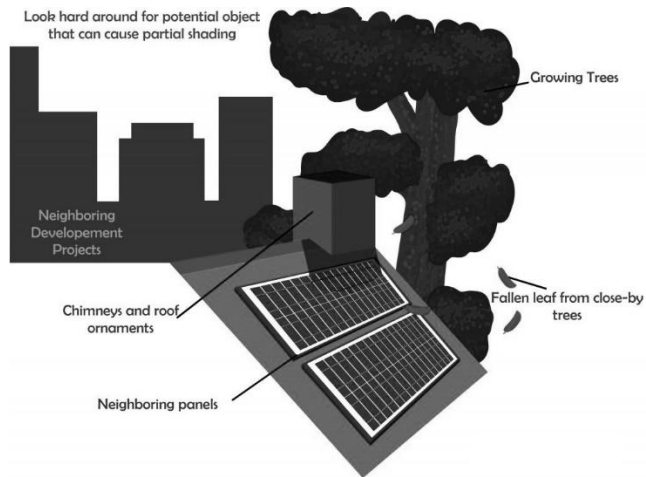
yang kurang baik. Sekiranya jarak antara panel dan bumbung terlalu sempit, kekurangan pengudaraan boleh menyebabkan haba melampau yang mengurangkan kecekapan panel PV solar. Anda boleh menggunakan imej termal untuk memvisualkan kawasan panas sistem PV solar anda.

Pendekatan lain adalah penyejukan aktif sel PV solar semasa cuaca panas. Sesetengah menunjukkan peningkatan ketara dalam kecekapan PV solar dengan meletakkan sistem taburan air penyejukan pada panel. Alternatif lain ialah membina ladang solar PV terapung di atas badan air seperti sungai, terusan dan tasik. Penyejukan air akan membantu mengurangkan haba panel.

BAB 10: KETAHUI KESAN TEDUHAN SEPARA

Solar PV Panel dibina untuk bertahan lama, oleh itu penting untuk menjangka perubahan di sekitar panel. Perkara yang mudah diabaikan seperti pokok berdaun rimbun yang semakin bertambah tinggi selepas beberapa tahun dan menyebabkan teduhan pada panel anda. Perubahan lain yang mungkin termasuk pembinaan bangunan baru yang berdekatan.

Lain-lain sumber teduhan separa adalah seperti bayang-bayang dari paip menonjol di atas bumbung, perhiasan bumbung, cerobong, tiang bendera atau bayangan dari panel yang lain.

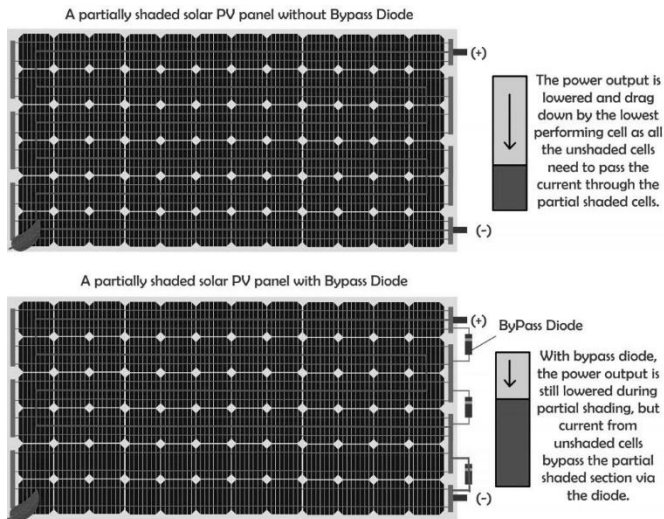


Rajah 25: Teduh separa boleh mengurangkan penjanaan kuasa dari panel anda dengan ketara, dengan melihat semua objek yang berpotensi yang boleh menyebabkan teduh separa. Pokok yang tumbuh di tepi rumah sering diabaikan.

Memang tidak boleh melihat ringan kepada kesan teduh separa panel PV suria kerana ia akan dengan ketara mengurangkan prestasi panel, walaupun kawasan kecil sel PV solar diteduh. Jika panel terdeduh adalah sebahagian daripada rentetan yang lebih besar dalam siri, ia juga boleh menyebabkan penutupan keseluruhan rentetan panel solar.

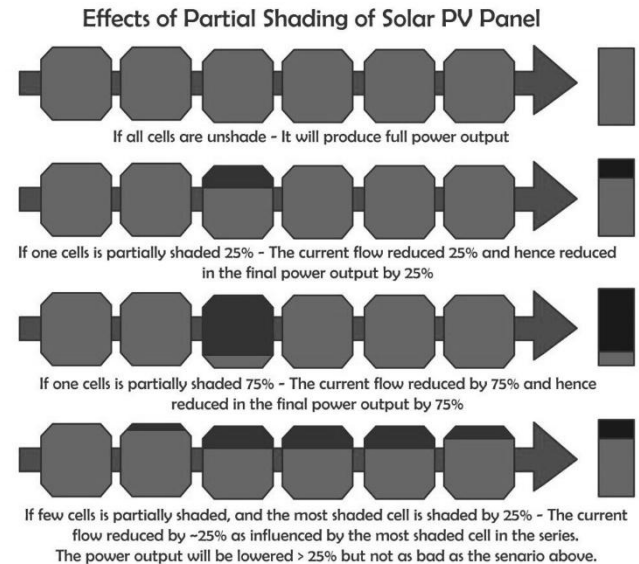
10.1 Tidak Boleh Memandang Rendah Kesan Teduhan Separa

Sel PV solar yang diteduh sebahagiannya akan menyebabkan peningkatan rintangan dalaman, yang seterusnya mengurangkan jumlah arus yang dapat melepasi sel semikonduktor. Ini mempunyai impak yang besar terhadap keluaran kuasa panel solar PV kerana sel-sel pada modul kebanyakannya diatur dalam siri. Penurunan aliran arus dalam satu sel akan menjejaskan rentetan keseluruhan.



Rajah 26: Apabila terdapat teduhan separa, walaupun sel PV solar tunggal, output modul keseluruhannya terjejas. Biasanya diperbaiki dengan meletakkan diod bypass yang menyalurkan arus dari bahagian dengan semua sel yang tidak diteduh dari bahagian dengan sel berteduh separa.

Satu teduhan separa 25% sel tunggal boleh mengurangkan kecekapan modul keseluruhan sebanyak 25%, satu panel dengan satu sel teduhan separa 75% akan berprestasi lebih teruk daripada tiga sel dengan 25% teduhan separa.

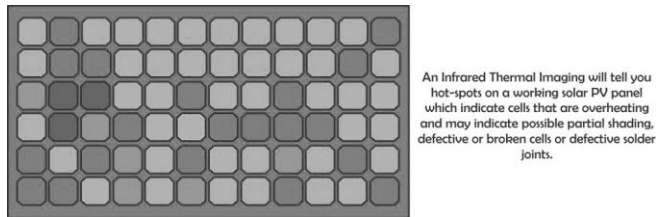


Rajah 27: Kesan teduhan separa panel solar. Ia bergantung kepada bagaimana teduhan jatuh pada sel-sel, tetapi ia akan berprestasi lebih teruk jika sel yang paling teduh meliputi kawasan sel yang sangat besar. Di atas adalah anggapan kasar sebab pengurangan kuasa dengan teduhan separa.

Oleh kerana sel-sel yang tidak berteduh cuba untuk memaksa lebih banyak arus daripada sel berteduh yang mAmpu mengendalikan (teduhan separa menyebabkan jatuh dalam arus litar pintas sel itu – yang bermakna kurang arus boleh

melalui sel itu), dan kuasa yang berlebihan akan hilang sebagai haba.

Pelesapan kuasa besar yang berlaku di kawasan kecil mengakibatkan lokal yang sangat panas atau “titik panas”, yang boleh membawa kepada kesan yang teruk, seperti keretakan sel atau kaca, peleburan pateri atau degradasi sel solar. Ia boleh dilihat melalui pengimejan terma inframerah di mana tempat panas boleh dipanaskan sehingga 100 darjah Celsius. Terdapat punca lain untuk titik panas seperti sel-sel yang rosak atau sendi pateri rosak.



Rajah 28: Titik-panas pada panel PV solar tidak boleh diabaikan.

BAB 11: KENALI STRUKTUR PENYOKONG PANEL SURIA PV ANDA

Panel PV solar biasanya besar dan nipis. Mereka adalah mudah rosak jika tidak dikendalikan dengan betul. Meletakkan Panel PV solar terus di atas bumbung adalah bahaya kerana angin yang kuat akan mengangkatnya dari bumbung dan menyebabkan kerosakan pada panel dan sekitarnya, termasuk risiko mencederakan orang yang berdekatan. Oleh itu, sokongan yang baik adalah suatu keharusan, untuk memastikan keselamatan panel dan manusia.

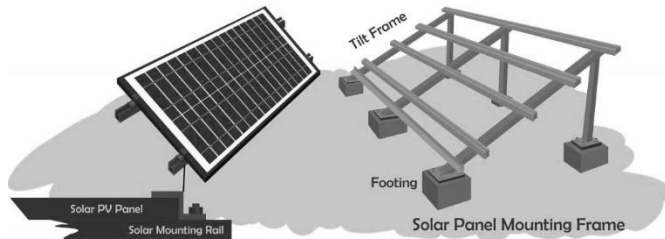
Panel PV solar biasa akan mempunyai kebanyakan kawasan yang dilapis oleh kaca dengan bingkai nipis di sisi. Kita tidak digalakan menggerudi bingkainya kerana ia akan merosakkan panel yang halus. Oleh itu terdapat pemasangan khusus untuk panel.

Secara amnya terdapat tiga jenis sokongan solar PV.

- Pemasangan panel PV solar tetap
- Pemasangan panel PV Solar boleh laras
- Pemasangan panel PV Solar boleh gerak

11.1 Pemasangan Panel PV Solar Tetap

Sebuah pemasangan panel PV solar tetap adalah sistem yang paling murah dan paling mudah. Ia tidak bergerak, dan senang dipasang di atas bumbung atau atas tanah.



Rajah 29: Bingkai Pemasangan Panel Suria asas untuk Pemasangan panel PV solar tetap. Ia boleh dipasang di atas bumbung atau di atas tanah.

Di dalam penempatan atas bumbung, terdapat pemasangan rel solar panel di atas bumbung sebelum memasang panel dengan penjepit pada bingkai sebelah. Ini membolehkan pemasangan panel dengan mudah dan senang untuk menukar panel kemudian. Bergantung pada jenis bumbung, sesetengah mungkin memerlukan sokongan atau pijakan tambahan untuk memasang rel pemasangan.

Sudut pemasangan panel PV solar juga perlu dipertimbangkan apabila anda ingin menghasilkan lebih banyak tenaga daripada panel solar anda. Panel PV solar sentiasa perlu menghadap khatulistiwa. Sudut kecenderungan (kecondongan) dalam darjah harus ditetapkan ke arah garis lintang (latitud) anda. Sedikit sudut lebih daripada garis lintang anda akan memihak kepada matahari musim sejuk dan sedikit kurang akan memihak kepada matahari musim panas. Dalam sesetengah kes, bingkai kecondongan tambahan perlu meningkatkan atau mengurangkan sudut panel.

11.2 Pemasangan Panel PV Solar Boleh Laras

Pemasangan panel PV Solar boleh laras membolehkan perubahan kecondongan sekurang-kurangnya dua kali atau lebih setahun. Ini membolehkan penjana kuasa solar yang dioptimumkan bergantung pada musim tahun ini kerana perubahan jalur matahari sepanjang tahun. Peraturan praktikal yang baik ialah latitud + 15 darjah pada musim sejuk dan latitud - 15 darjah pada musim panas.

Konsep di sebalik keperluan pemasangan panel PV Solar boleh laras pada dasarnya adalah kerana terdapat kehilangan kuasa penjana jika sudut panel itu tidak seiras dengan sudut matahari. Panel yang menghadap terus ke arah matahari dengan misalignment 0 ° akan kehilangan kuasa 0%. Pada 1 ° misalignment akan kehilangan kuasa 0.015%, pada 8 ° misalignment akan kehilangan kuasa 1%. Walaupun panel diselaraskan tepat semasa equinox, variasi bermusim (solstis musim panas dan musim sejuk) akan menyebabkan variasi misalignment sehingga 23.4 ° yang bersamaan dengan kehilangan kuasa 8.3% . Malah pada hari yang sama, terdapat banyak variasi sudut matahari.

Satu panel yang diselaraskan dengan sempurna pada hari pertengahan (misalignment 0 °) akan mempunyai 15 ° misalignment pada 1 jam kemudian (kehilangan kuasa 3.4%), 30 ° pada dua jam kemudian (kehilangan kuasa 13.4%), 45 ° pada tiga jam kemudian (kehilangan kuasa 30%) , 60 ° pada empat jam kemudian (kehilangan kuasa > 50%).

11.3 Pemasangan Panel PV Solar Boleh Gerak

Sebuah panel PV Solar bergerak adalah sistem canggih bermotor yang membolehkan panel PV solar sentiasa menghadap matahari sepanjang hari. Biasanya motor elektrik atau penggerak linear akan memandu pergerakan panel berdasarkan lokasi matahari.

Terdapat dua jenis utama varian dalam cara mengesan lokasi matahari.

Jenis pertama menggunakan sensor cahaya aktif yang menjejaki lokasi sebenar matahari dan memacu motor dengan sewajarnya. Ia akan menghadapi masalah apabila terdapat pergerakan awan dalam hari yang mendung di mana sensor

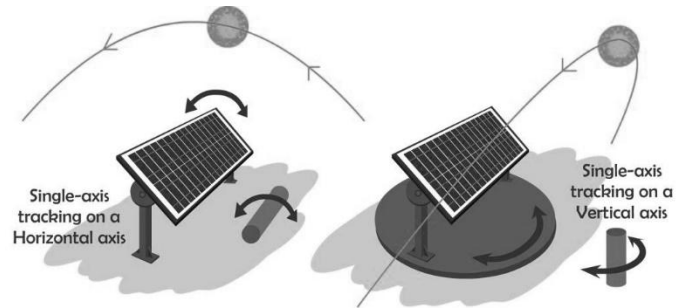
akan ditipu dan menyebabkan penangguhan dalam kedudukan semula.

Jenis kedua menggunakan algoritma berkomputer yang mengira lokasi anggaran matahari berdasarkan lokasi penempatan (mis. Melalui GPS untuk mencari latitud dan longitud sebenar), dan waktu dan tarikh semasa. Sistem berkomputer boleh menyejajarkan mengawal banyak panel PV solar pada padang yang besar dengan selari.

Paksi penjejakan boleh terdiri daripada paksi tunggal atau paksi dua, dengan paksi dua lebih tepat lagi dalam penjejakan matahari.

Tracker paksi tunggal menjejaki matahari timur ke barat manakala tracker paksi dua menjejaki pergerakan timur ke barat setiap hari dan juga pergerakan deklinasi mengikut musim.

Kos sistem paksi tunggal lebih murah dengan penyelenggaraan yang kurang dan bahagian bergerak yang kurang daripada sistem paksi dua, namun keuntungan dari penjanaan janakuasa solar pada sistem paksi tunggal jauh lebih rendah dibandingkan dengan sistem paksi dua.



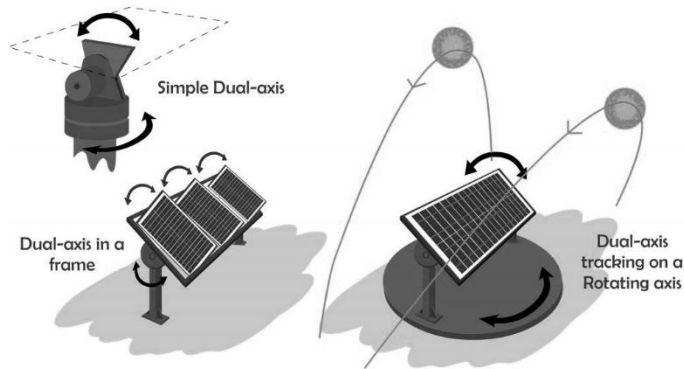
Rajah 30: Reka bentuk Panel Axis Tunggal dalam jenis menegak atau mendatar.

Untuk mengurangkan kos untuk memasang dua motor pada setiap panel PV suria dalam sistem penjejakan paksi dua, biasanya beberapa keping panel PV suria diletakan bersama dalam satu kumpulan array.

Adalah dianggarkan bahawa sistem paksi dua boleh menghasilkan 45% lebih banyak tenaga daripada sistem pemasangan tetap pada bumbung dan sehingga 30% lebih daripada sistem pemasangan tetap pada tanah.

Penjejakan paksi dua adalah sangat penting dalam aplikasi photoVoltaic concentrator (CPV) dan aplikasi tenaga suria (CSP) kerana optik

sistem perlu disejajarkan dengan sempurna untuk mengumpulkan semua tenaga matahari kepada sel solar yang kecil dengan sewajarnya untuk mendapatkan kecekapan maksimum daripada sistem PV solar.



Rajah 31: Reka bentuk Solar Panel Dual Axis biasanya dalam bentuk paksi ganda mudah (dengan motor gear atau penggerak), paksi Dua dalam rangka, paksi dua pada pangkalan berputar.

11.4 Langkah kaki yang selamat untuk pemasangan PV Solar

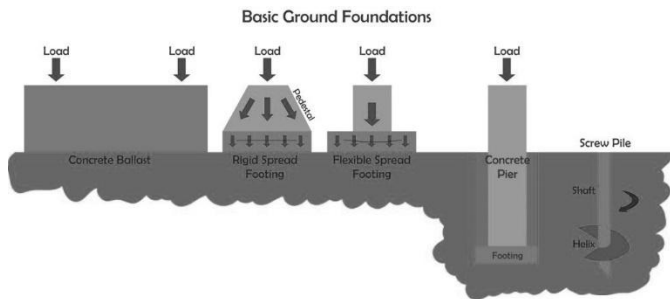
Dengan pemasangan PV solar yang baik, ia juga sama penting untuk mempunyai kedudukan yang selamat untuk pemasangan PV solar.

Tapak pijakan mempunyai fungsi untuk memberi tempat rata untuk pemasangan panel PV solar dan mengelakkan panel PV suria jatuh di bawah tiupan angin yang kuat. Ia juga berfungsi menyalurkan berat sistem PV solar dengan rata. Menggunakan tiang tunggal untuk panel PV suria yang besar akan menyebabkan tekanan yang kuat kepada tapaknya.

Tapak pijakan yang baik di atas tanah untuk dipasang dengan panel PV solar tetap akan mempunyai ciri-ciri seperti mengelakan sistem panel PV suria tenggelam selepas berapa tahun atau pemasangan tidak rata. Tanpa tapak pijakan yang bagus, kecekapan array PV solar akan kurang kerana ianay tidak lagi menghadap matahari secara langsung selepas seketika.

Jenis tapak yang digunakan ialah:

- Precast or Cast-in-Place Concrete Ballast
- Concrete Pier
- Helical/Screw Piles
- Spread Footing



Rajah 32: Beberapa jenis tapak pijakan atas tanah yang digunakan dalam sistem PV Solar atas darat untuk memberikan kestabilan kekal.

Balast konkrit biasanya dibuat daripada konkrit bertetulang yang dituang di tapak dengan acuan. Blok konkrit berat segi empat tepat ini akan menahan beban hanya dengan berat ricihnya. Ia adalah salah satu yang paling mudah dibuat. Blok konkrit juga membolehkan kaki sistem panel PV suria ditempatkan ke aras yang lebih tinggi untuk mengurangkan peluang kakisan di kaki akibat hubungan basah langsung dari tanah.

Dalam keadaan di mana tanahnya lembut, biasanya sebuah dermaga konkrit digunakan. Ini ialah jenis konkrit yang ditanam ke dalam tanah akan membentuk asas yang kuat, sama seperti asas untuk rumah.

BAB 12: KENALI PENDAWAIAN SOLAR ANDA

Wayar adalah lebuhraya elektrik yang menghubungkan pelbagai bahagian sistem PV Solar anda. Pendawaian yang buruk akan mempunyai kesan yang signifikan terhadap sistem PV solar anda.

*Apa yang perlu
dibimbangkan tentang
wayar?*

12.1 Kualiti Binaan Wayar

Panel PV solar yang baik boleh bertahan selama 25 tahun atau lebih dan oleh itu wayar berkualiti yang baik harus bertahan selagi panel masih berfungsi akan mengurangkan banyak kos penyelenggaraan di kemudian hari. Wayar berkualiti rendah boleh mempunyai risiko hakisan dan karat dalam wayar yang meningkatkan rintangan dalaman dan dengan itu

mengurangkan kecekapan keseluruhan sistem dari semasa ke semasa.

12.2 Rintangan Dalam dan Kekonduksian

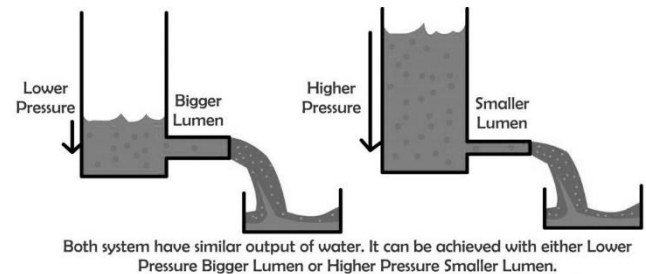
Aluminium mempunyai 61 peratus daripada kekonduksian tembaga, tetapi hanya mempunyai 30 peratus keberatan tembaga. Oleh itu jika berat dan harga adalah ketimbangan, wayar aluminium yang lebih besar boleh digunakan untuk mengganti wayar tembaga. Selainan daripada itu, tembaga adalah pilihan yang lebih baik dari segi kekonduksian dan kecekapan. Pertimbangan khusus akan terpakai apabila anda mempunyai panel PV solar anda di laut dan badan air masin di mana wayar tembaga boleh mudah dioksidakan dan berkarat jika tidak disalut dengan betul.

12.3 Amperage dan Voltage

Untuk memindahkan jumlah tenaga yang sama (watt), anda boleh menggunakan Amperage rendah Voltage tinggi, atau Amperage Tinggi Voltage Rendah. Ia dikira oleh formula $\text{Watt} = \text{Volt} \times \text{Amps}$. Walau bagaimanapun, setiap wayar mempunyai Voltan undian dan Amperage maxima yang mereka boleh bawa. Rujuk kepada lembaran

spesifikasi wayar untuk Voltan dan arus yang optimum.

Wayar boleh diukur dengan saiz sistem American Wire Gauge (AWG). Nombor rendah akan sesuai dengan diameter wayar yang lebih besar. Wayar yang lebih kecil mempunyai rintangan yang lebih tinggi per meter. Rintangan yang lebih tinggi akan menyebabkan kehilangan haba semasa aliran semasa, ia adalah kerugian yang ketara jika arus tinggi sedang disalurkan dalam wayar. Peraturan ibu jari, jika anda mengendalikan sistem PV suria Amperaj tinggi Voltan rendah, pastikan anda mempunyai wayar yang sangat tebal dan pastikan anda mempunyai kabel yang lebih pendek dari panel PV solar ke peranti seterusnya dalam talian, contohnya. pengawal caj dan penyongsang.

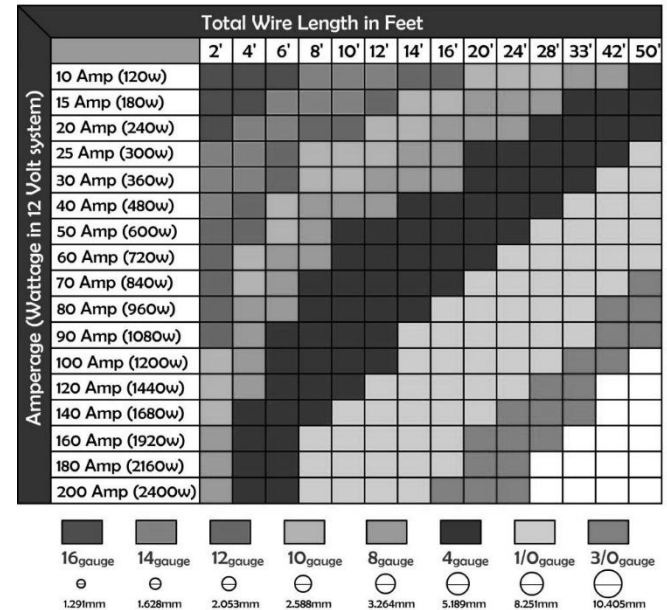


Rajah 33: Jika kedua-dua sistem mempunyai keluaran air

yang sama, ia boleh dicapai dengan sama ada tekanan rendah melalui pembukaan besar atau tekanan tinggi melalui pembukaan lebih kecil. Begitu juga dengan elektrik, anda boleh memindahkan jumlah tenaga yang sama dengan menggunakan Amperaj Tinggi Voltan Rendah atau Voltan Tinggi Amperaj Rendah.

Ampacity ditakrifkan sebagai jumlah maksimum arus elektrik konduktor atau peranti yang boleh dibawa sebelum menghadapi kemerosotan segera atau progresif. Ia juga bergantung kepada suhu wayar. Sebagai wayar yang semakin panas suhu operasinya, Ampacity akan dikurangkan. Sebagai panduan umum,

- Wayar 0 AWG mempunyai Ampacity 125A,
- Wayar 2 AWG mempunyai Ampacity 95A,
- Wayar 6 AWG mempunyai Ampacity 55A,
- Wayar 10 AWG mempunyai Ampacity 30A,
- Wayar 12 AWG mempunyai Ampacity 20A,
- Wayar 14 AWG mempunyai Ampacity 15A.



Rajah 34: Panduan umum untuk mengukur dawai vs Amperaj dan jarak yang disokong. Semakin panjang dawai, semakin besar diameter dawai diperlukan untuk mencegah rintangan wayar menyebabkan penurunan Voltan yang signifikan.

Menggunakan dawai yang lebih kecil dengan Amperage yang tinggi akan berisiko menyebabkan

pemanasan yang tidak dikehendaki dari dawai yang aktif. Itulah sebabnya beberapa alat kuasa tinggi akan memanaskan kabel kuasa berkualiti rendah selepas penggunaan lanjutan. Haba ini akan menleburkan penebat dan menyebabkan litar pintas atau api.

12.4 Keganjangan Wayar

Wayar dengan AWG tertentu sesuai dengan Voltan and arus yang tertentu, namun itu keganjangan wayar juga memainkan peranan penting dalam menentukan wayar yang sesuai untuk sistem kamu. Dari carta di atas, jelas ditunjukkan bahawa untuk wayar yang lebih panjang, anda perlu wayar yang lebih besar. Ini disebabkan oleh rintangan dalaman dawai seperti yang dibincangkan di atas. Wayar yang lebih panjang akan mempunyai kehilangan rintangan yang lebih ketara daripada wayar yang lebih pendek kerana kesan rintangan adalah ditambahkan untuk setiap panjang tambahan. Ia sama seperti saluran paip air yang lebih panjang.

12.5 Pekali suhu wayar

Adalah penting untuk mengetahui berapa banyak pekali suhu wayar anda. Pekali Suhu Wayar Tembaga (pada suhu bilik) ialah **+0.393 peratus**

setiap darjah C. Ini bermakna jika suhu meningkat 1°C, rintangan akan meningkat 0.393%. Aluminium mempunyai pekali suhu **+0.4308 peratus setiap darjah C**. Ia mencerminkan bahawa dalam suhu panas, rintangan wayar meningkat dengan penurunan Voltan. Ianya akan menjejaskan terutama PV solar dengan keluaran Voltan rendah. Ia akan mengurangkan kecekapan Sistem PV Solar anda dengan keseluruhan.

12.6 Penarafan Voltan wayar

Menggunakan wayar penarafan Voltan yang betul adalah pentingnya dalam keselamatan sistem elektrik. Ini secara langsung berkaitan dengan ketebalan dielektrik penebat yang mengawal Voltan standoff. Kebanyakan bahan dielektrik adalah sekitar 400V setiap mm. Semakin tebal bahan dielektrik akan lebih baik untuk menahan Voltan yang lebih tinggi. Sekiranya menggunakan wayar dengan penarafan Voltan yang lebih rendah dengan transmisi Voltan yang lebih tinggi, ia akan menyebabkan litar pintas ke atas wayar yang bersentuhan.

12.7 Penyambung

Perkara pertama yang gagal adalah biasanya di penyambung yang menghubungkan antara wayar atau antara wayar dan peranti. Sentiasa gunakan penyambung yang baik, selamat dan tidak karat (berkarat akan menyebabkan titik rintangan tambahan dalam sistem).

12.8 Pemutus Litar

Pemutus Litar Mini (MCB) adalah sama pentingnya dengan pendawaian itu sendiri. Ia adalah sebahagian daripada keselamatan dalam sistem PV solar anda. Ia adalah Peranti kecil yang bertindak untuk mengawal dan melindungi panel elektrik dan peranti lain dari aliran elektrik yang terlalu banyak.

Semasa lonjakan kuasa dari panel, MCB yang bernilai betul akan melindungi peranti seterusnya (cth. Inverters) dari arus yang berbahaya. Berbanding dengan kotak fius tradisional, pengguna MCB boleh ditutup atau dibuka dengan serta-merta.

Adalah penting untuk memilih MCB dengan Amperage yang betul untuk melindungi sistem anda. Nilai arus MCB berlebihan tidak akan

melindungi peranti anda pada masa lebih arus, sementara nilai arus MCB yang terlalu rendah akan sentiasa “trip” atau terbuka litar, menyebabkan kecekapan sistem anda terjejas.

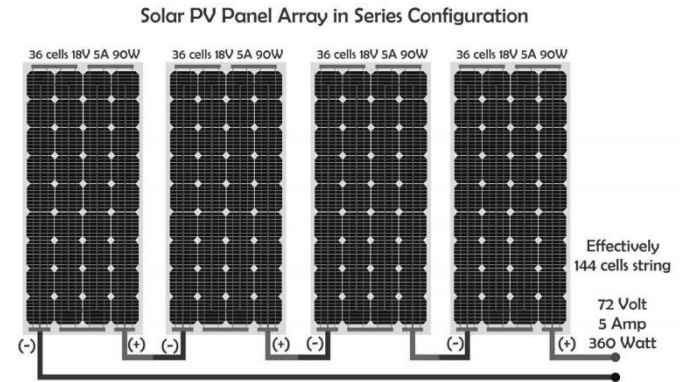
MCB juga menyenangkan untuk mematikan litar ke panel. Ia berguna apabila anda ingin memasang panel PV suria atau melakukan penyelenggaraan pada panel PV suria. Mematikan litar (litar buka) akan mengurangkan risiko kejutan daripada kuasa yang dihasilkan oleh panel PV suria kerana panel tersebut mempunyai perbezaan potensi (Voltan) selagi terdapat cahaya bersinar di panel PV. Lebih banyak panel PV anda yang bersiri, Voltan yang lebih tinggi ia boleh menjana di bawa matahari, pengendalian yang tidak wajar akan menyebabkan risiko kejutan elektrik yang serius dan harus dikendalikan oleh profesional.

BAB 13: KETAHUI BILA HENDAK MEMASANG PV SOLAR DENGAN BERSIRI ATAU SELARI

Terdapat dua cara pendawaian panel PV solar anda – BerSiri atau Selari atau cAmpuran kedua-duanya. Bagaimana untuk mengendalikan panel anda akan bergantung pada apa tujuan anda dan apa peranti seterusnya yang dapat disokong.

13.1 Siri atau Konfigurasi Rantai

Sama seperti meletakkan bateri bersiri, ia akan mempunyai Voltan tambahan selepas setiap sambungan. Dua bateri 1.5 Volt akan menjana jumlah 3 ($1.5 + 1.5$) Volt jika diletakkan satu demi satu dengan positif pada satu bateri yang disambungkan kepada negatif bateri lain. Walau bagaimanapun, Amperage akan kekal sama dan terhad kepada bateri dengan rintangan tertinggi dalam rantai bersiri itu.



Rajah 35: Panel solar PV dalam siri atau konfigurasi rantaian. Ia akan menghasilkan jumlah Voltan 144 sel solar PV secara berkesan.

Dalam panel PV solar, semua sel PV solar disambung secara siri untuk menghasilkan Voltan yang cukup untuk digunakan dalam mengecas sistem bateri. Ingatkan setiap sel suria biasanya menghasilkan ~ 0.5 Volt di bawah keadaan ujian standard.

Dalam sistem solar PV, ramai orang ingin bersirikan panel mereka untuk menghasilkan Voltan tertinggi yang boleh diterima oleh pengawal

caj solar atau penyongsang. Ia akan setinggi 150 Volt DC atau lebih di dalam pengawal MPPT. Dalam tetapan PV solar, ia dipanggil “rentetan” atau “rantai”, seperti rentetan Lampu Krismas yang mana satu adalah pautan selepas yang lain.

Kebaikan dalam menyambung panel PV dengan siri:

Membolehkan menggunakan wayar yang lebih kecil: Adalah penting untuk mengetahui bahawa wayar akan membawa lebih banyak kuasa pada wayar yang lebih kecil jika anda meningkatkan Voltan. Pernah tertanya-tanya bagaimana wayar yang kelihatan kecil tergantung di grid utiliti kuasa (grid kebangsaan) boleh membawa kuasa yang mencukupi untuk menguasai keperluan elektrik sebuah bandar? Cara-caranya adalah dengan menggunakan Voltan yang sangat tinggi, biasanya 33 Kilo Volt (33000 Volt) dan boleh sehingga 765 Kilo Volt (dalam talian penghantaran dari stesen janakuasa.) Dengan Voltan tinggi, Amperage yang merentasi wayar akan menjadi kecil kerana Kuasa (Wattage) adalah sama dengan Perbezaan Keupayaan (Volts) darab arus Semasa (Amperage). Penggunaan Kabel bersaiz kecil biasanya lebih murah daripada mempunyai wayar besar.

Mengurangkan kehilangan semasa penghantaran arus: Dengan Amperage yang rendah dengan Voltan yang tinggi, kehilangan melalui kehilangan haba semasa penghantaran dalam wayar akan menjadi lebih kecil. Ia akan mempunyai kecekapan kerja yang lebih tinggi dalam sistem solar PV.

Benarkan pendawaian lebih panjang daripada Panel PV suria ke peranti lain: Dengan Amperaj rendah Voltan tinggi, dan kehilangan haba yang rendah semasa penghantaran, anda boleh membawa wayar yang lebih panjang untuk menyambungkan peranti anda. Panel akan menjadi panas di bawah matahari, dan haba ini tidak baik untuk jangka hayat peranti lain seperti penyongsang, pengawal dan bateri. Selalunya lebih baik untuk meletakkan peranti sensitif haba jauh di bawah tempat berlorek atau bilik yang sejuk, daripada menyimpan peranti ini di bawah panel yang panas.

Berguna pada pengawal MPPT: Penjejakan Titik Kuasa Maksimum (Maximum Power Point Tracking – MPPT) adalah peranti yang hebat untuk menentukan output kuasa maksimum secara cekap dengan menjejaki output secara digital dari Panel Suria PV dan menyampaikannya

Voltan yang betul ke seluruh sistem (bateri dan beban). MPPT biasanya boleh menerima Voltan DC Tinggi (biasanya sehingga 150 Volt DC, bergantung kepada kadar pengeluaran solar) dan dengan itu membolehkan lebih banyak panel PV suria solar digunakan bersama dalam satu litar.

Keburukan dalam menyambung panel PV dengan siri:

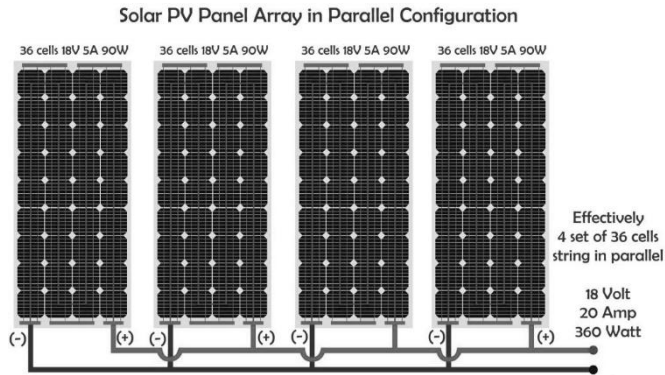
Satu pautan yang lemah dalam litar siri akan mengurangkan kecekapan keseluruhan sistem: Sama seperti rentetan lAmpu Krismas, satu lAmpu yang rosak akan menyebabkan satu seksyen lAmpu Krismas menjadi rosak. Begitu juga jika salah satu panel dalam siri mempunyai rintangan yang lebih tinggi disebabkan oleh panel yang rosak atau kerana bayangan separa panel PV tunggal itu, rentetan keseluruhan akan terjejas dan kecekapan keseluruhan akan diturunkan ke tahap pautan yang paling lemah. Salah satu penyelesaiannya adalah untuk menggunakan diod By-Pass untuk membenarkan arus untuk memintas panel yang berfungsi paling lemah. Panel yang lebih banyak yang tedung separa juga akan menyebabkan pengurangan kecekapan sistem. Disebabkan sifat semikonduktor diod,

sesetengah Voltan dihilangkan apabila arus melimpasi setiap diod.

Voltan yang lebih tinggi adalah berbahaya: Sejak Voltage bertambah dengan setiap panel berikutnya, ia biasanya akan berakhir dengan sistem Voltan yang lebih tinggi yang memerlukan pemasangan profesional untuk tujuan keselamatan.

13.2 Konfigurasi Selari

Walau bagaimanapun, sesetengah akan memilih konfigurasi Selari. Sama seperti pek bateri yang disambung secara selari, dengan semua positif dihubungkan bersama dan negatif disambungkan bersama-sama. Ini akan menambahkan Amperasi dan menghantar lebih banyak kuasa, walaupun dengan Voltan yang sama.



Rajah 36: Panel PV solar dalam konfigurasi selari. Ia akan mempunyai jumlah Voltan seperti yang ada pada satu panel solar PV 36 sel dalam konfigurasi selari, meskipun terdapat lebih sel keseluruhan.

5 panel PV suria 12 Volt 5-Amp masing-masing akan menghasilkan 12 Volt 25 Amp jika disambung selari, atau akan menghasilkan 60 Volt 5 Amp jika disambungkan secara siri.

Kebaikan dalam menyambung panel PV dengan selari:

Benarkan Voltan lebih selamat untuk dikendalikan: Kebanyakan peranti elektronik berfungsi pada Voltan lebih rendah, misalnya 5 Volt, 12 Volt atau 24 Volt. Dengan piawaian 12 Volt dalam kebanyakan sistem elektrik automotif, kita boleh mencari peranti dari lampu ke stereo ke motor yang berjalan pada 12 Volt dengan senangnya. Malah bateri kereta juga berjalan pada 12 Volt. Semua Voltan ini boleh dianggap agak “selamat” dikendalikan oleh orang awam. Rintangan badan akan bermain ketika terkena kejutan elektrik. Pada Voltan yang lebih rendah di bawah 25 Volt (atau kurang daripada 20 Volt) akan ada rintangan badan yang lebih tinggi untuk kejutan (50% daripada penduduk kita akan mempunyai impedans sebanyak 3,250 Ω apabila tertakluk kepada 25 Volt, manakala impedans dikurangkan kepada 1,350 Ω apabila tertakluk kepada 220 Volt). Semakin tinggi Voltan sistem, semakin senang untuk mendapat kejutan elektrik, malah dengan sistem selari, Voltan keseluruhan akan menjadi rendah dan kurangkan risiko kejuta elektrik.

lebih baik digunakan bersama dengan pengawal PWM:Jika output Voltan panel dan Voltan bateri hAmpir sama, pengawal caj akan berfungsi dalam kecekapan yang lebih tinggi daripada Voltan yang sangat tidak sepadan antara panel dan bateri, kerana tidak ada penukar DC ke DC seperti dalam kes penggunaan pengawal MPPT. Pengawal PWM adalah lebih murah dan dengan itu sesuai untuk aplikasi solar DIY biasa. Pengawal PWM akan mengurangkan Voltan berlebihan dan membenarkan semua arus digunakan dalam mengecas bateri dan beban anda.

Jumlah output solar PV tidak terjejas oleh Pautan Lemah:Oleh kerana setiap panel PV solar mempunyai sambungan yang sama, maka setiap panel akan melaksanakan pada kadar mereka sendiri. Panel-panel yang tidak dilindungi bayang bayang akan berfungsi pada kecekapan puncaknya, manakala panel yang dibayangi (teduhan separa) akan melaksanakan kecekapan yang dikurangkan, secara berasingan. Walau bagaimanapun, ia masih disyorkan untuk menggunakan diod penyekat untuk memastikan semua arus panel bergerak satu arah.

Keburukan dalam menyambung panel PV dengan selari:

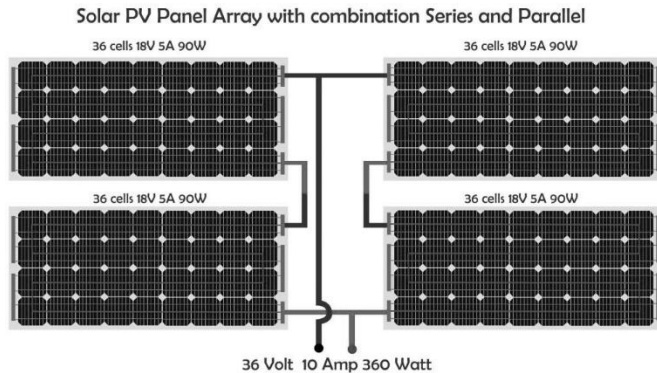
Perlu menggunakan kabel lebih tebal: Oleh kerana output Amperasi panel solar akan ditambah, ia akan menghasilkan output Amperasi yang lebih tinggi yang memerlukan dawai bersaiz lebih besar yang lebih mahal. Ini juga secara tidak langsung meningkatkan kos pendahuluan pemasangan sistem.

Kurang cekap apabila digunakan dengan kabel panjang: Oleh kerana arus yang tinggi, ianya akan ada kehilangan haba yang lebih tinggi semasa penghantaran arus yang besar. Anda perlu meningkatkan lagi saiz wayar jika anda berhasrat menggunakan wayar panjang yang juga secara tidak langsung meningkatkan kos pendahuluan pemasangan sistem.

13.3 Pencampuran Konfigurasi Bersiri dan Selari

Untuk memulihkan kebaikan dan keburukan kedua-dua konfigurasi, adalah disyorkan untuk mempunyai cAmpuran kedua-duanya untuk mendapatkan semua manfaatnya. Anda boleh mempunyai konfigurasi selari bagi set panel PV

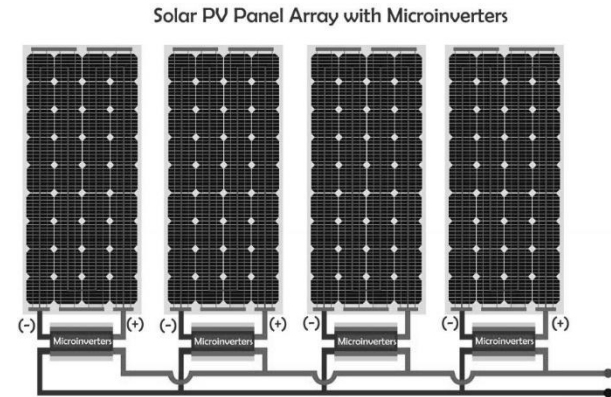
solar dalam rentetan. Di mana anda boleh mendapatkan tenaga yang lebih baik, kos pendawaian yang lebih rendah dan kecekapan lebih baik memuaskan dalam situasi dengan panel bawah teduhan separa.



Rajah 37: Mencampurkan panel PV solar bersiri dalam konfigurasi selari boleh meningkatkan Voltan dan Amperaj pada masa yang sama.

Untuk memastikan kecekapan tertinggi, biasanya nasihat untuk mempunyai panel induk yang disambungkan kepada penyongsang induk, seperti yang dilihat dalam panel solar PV dengan mikroinverters dalam sistem tie grid. Setiap panel dengan mikroinverters yang dilAmpirkan akan

mengurangkan kesan teduhan separa kerana semua panel akan berfungsi secara berasingan antara satu sama lain, kalau kita berbanding dengan penyongsang rentetan.



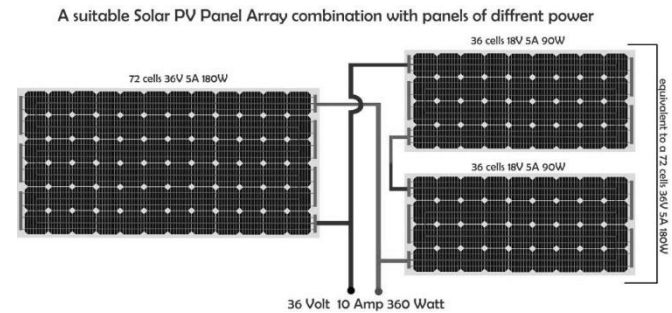
Rajah 38: Satu konfigurasi biasa panel PV solar dengan mikroinverters

13.4 Mencampurkan Pelbagai Jenis Panel PV Suria

Apabila pelbagai jenis panel diperlukan untuk dihubungkan bersama-sama, ia sentiasa menasihatkan untuk mempunyai PV suria yang serupa (rating watt Voltan watt yang sama) disambungkan bersama untuk mengelakkan

kejatuhan jumlah kecekapan disebabkan oleh limitasi dari panel yang paling lemah. Begitu juga kita tidak digalakan menggabungkan bateri baru dan lama bersama-sama apabila menggunakannya.

Dalam siri rentetan, panel prestasi rendah akan memberi kesan yang ketara kepada jumlah rentetan. Panel watt yang lebih rendah biasanya mempunyai penarafan Amp yang lebih rendah, dengan saiz sel yang lebih kecil. contohnya apabila satu sistem panel dibentuk daripada rentetan dengan pelbagai panel 5 Amp dan 1 Amp, keseluruhan sistem akan ditambah Voltan tetapi arus bersih akan mendekati 1 Amp atau litar pintas maksimum yang boleh dikendalikan oleh sel terkecil.



Rajah 39: Apabila memerlukan untuk Mencampurkan panel solar dengan penarafan kuasa yang berbeza, pastikan ia akan seimbang dalam penilaian lain seperti Voltan dan Amperage

Dalam konfigurasi selari, panel dengan kuasa berbeza juga boleh mempengaruhi satu sama lain, kerana setiap panel dalam konfigurasi selari akan mempunyai perbezaan potensi berbeza. Jika satu panel menghasilkan Voltan tinggi yang ketara daripada yang lain (cth. Panel 24 Volt bercampur dengan 12 Volt panel), panel Voltan yang lebih rendah akan berfungsi dengan kecekapan berkurangan secara signifikan kerana panel tidak dapat menghasilkan perbezaan potensi yang mencukupi untuk bersaing dalam menyuntik arus secara berkesan ke dalam sistem.

Dalam keadaan anda mempunyai panel penarafan yang berbeza di tangan, cara yang disyorkan adalah untuk menyambungkan setiap set yang serupa kepada interver induk sendiri (contohnya inverters mikro) untuk mendapatkan kecekapan maksimum dari panel anda yang tersedia.

BAB 14: KENALI PENGAWAL CAJ SOLAR ANDA

14.1 Menggunakan Solar PV Tanpa Pengawal Caj

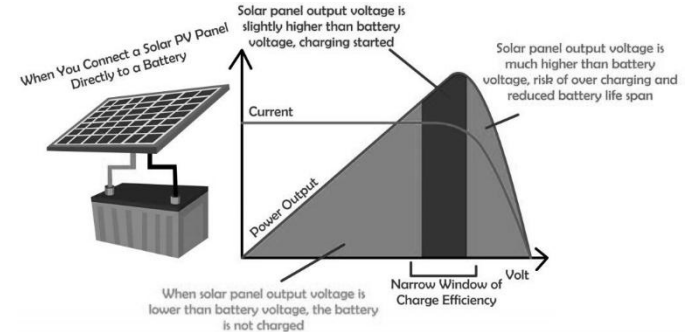
Anda boleh mengecas bateri anda terus dari panel PV solar. Selagi kuasa yang dihasilkan oleh panel solar lebih besar daripada bateri, ia akan mempunyai aliran tenaga yang bersih untuk mengecas bateri anda. Akhirnya bateri masih dicaskan. Walau bagaimanapun, anda tidak akan mendapat sistem cekap penuh tanpa pengawal caj.

Berikutan terdapat masalah jika anda menyambungkan panel PV solar secara langsung ke bateri.

- Panel solar tipikal akan mengeluarkan 16 Volt ke 18 Volt di bawah sinar matahari (dengan sesetengah boleh menghasilkan lebih daripada 20 Volt pada kuasa maksimum), bergantung sinaran dan suhu panel solar, Voltan yang dihasilkan oleh panel solar boleh berubah secara meluas sepanjang hari. Bateri (biasa

digunakan 12 Volt) mempunyai Voltan mengecas berkesan yang terhad, biasanya 12-14 Volt. Dengan Voltan tambahan yang lebih melintasi bateri sebenarnya akan menyebabkan lebih banyak kerosakan pada bateri dan mengurangkan jangka hayat bateri.

- Tanpa pengawal caj yang bertindak sebagai orang tengah di antara panel PV suria dan bateri, semasa cahaya rendah atau pada waktu malam, kuasa bateri mungkin mengalir kembali ke panel PV suria, menyebabkan kehilangan tenaga.
- Tanpa pengawal caj, keadaan cas bateri yang menyambungkan beban tidak dipantau, oleh itu mempunyai risiko melepaskan bateri sepenuhnya yang boleh merosakkan bateri dalam jangka panjang. Pengawal cas biasanya akan mematikan kuasa kepada beban secara automatik untuk mengelakkan pelepasan cas bateri dalam keadaan cas rendah (Voltan rendah).

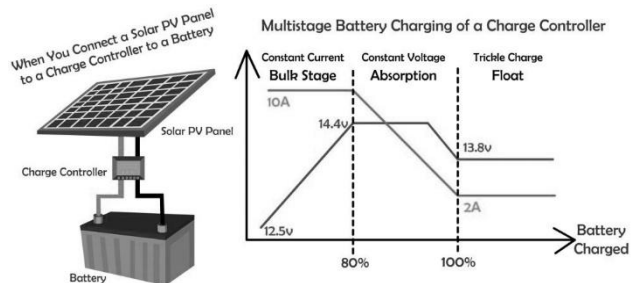


Rajah 40: Anda masih boleh mengecas bateri terus dari panel PV solar tanpa pengawal caj, tetapi anda tidak akan mendapat potensi sepenuhnya daripada sistem dan lagi lagi risiko pengecasan berlebihan dan merosakkan bateri.

14.2 Pengawal Caj Solar

Oleh itu, pengawal caj solar mempunyai fungsi untuk mengawal pengecasan bateri, mencegah pengecasan berlebihan, dan memanjangkan jangka hayat bateri. Pengecas caj boleh mengesan keadaan bateri dan memutuskan untuk mengecaj jika tahap Voltan bateri rendah, hentikan mengecas sekiranya paras bateri penuh dan hentikan beban daripada menggunakan kuasa bateri apabila Voltan bateri sangat rendah dengan risiko pelepasan cas bateri penuh. Fungsi lain

seperti pengecasan terapung boleh memastikan bateri sentiasa di peringkat penuh.



Rajah 41: Pengawal Caj akan menentukan peringkat pengecasan dan dengan itu menyampaikan Voltan dan arus yang tepat kepada bateri. Ini mencegah pengecasan yang boleh merosakkan bateri.

Dari Voltan bateri, pengawal caj boleh menentukan tahap pengecasan bateri dan menyampaikan Voltan dan arus yang sepadan untuk mengecas bateri. Apabila menggunakan pengawal caj dengan Bateri Banjir (Flooded Battery), Bateri AGM dan Bateri Plumbum Acid tertutup (Seal Lead Acid Battery), pengawal caj secara amnya boleh menentukan salah satu daripada tiga peringkat pengisian – Peringkat Bulk (Arus Tetap), Peringkat Penyerapan (Voltan Tetap) dan Tahap Terapung (Trickle Charging).

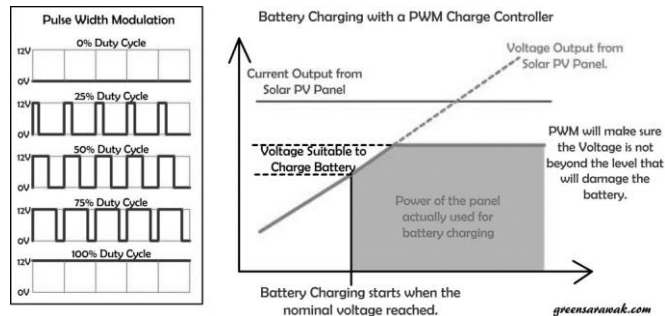
Peringkat pertama menyumbang kepada majoriti caj ke bateri sehingga Voltan bateri mencapai 14.4V, yang sepadan hampir 80% bateri yang dicaskan. Satu lagi varian yang dikenali sebagai “Boost Charging” dimana arus tinggi dihantar semasa tempoh awal mengecas bateri yang kosong casnya.

Apabila mencapai status caj > 80%, pengecasan akan menjadi perlahan untuk mengelakkan terlalu panas dan merosakkan bateri. Arus secara perlahan dibatasi manakala Voltan adalah tetap. Apabila bateri hampir 100% dicaskan, ia akan masuk ke tahap Float di mana arus dan Voltan malar sekitar 13.8V untuk mengekalkan bateri dengan selamat pada kadar 100% (kerana bateri boleh melepaskan cas secara semula jadi dari masa ke masa).

Dua jenis pengawal yang paling biasa ialah PWM (Pulse Width Modulation) dan MPPT (Penjejakan Titik Maksimum Maksimum). Ini dua jenis pengawal caj solar berbeza dengan kaedah untuk mengendalikan input kuasa dari panel solar.

14.3 Menggunakan PV Solar Dengan Pengawal Caj PWM

PWM adalah lebih murah daripada pengawal caj MPPT. Ia adalah lebih mudah untuk dibina, mudah untuk menghasilkan dan pada dasarnya pengawal caj dengan pengendalian Voltan dengan kaedah suis. Sama seperti PWM yang digunakan dalam pengawal kelajuan motor dan bekalan kuasa di komputer dan mudah alih, konsep ini menggunakan pensuisan kekerapan terkawal yang sangat tinggi, ia akan menghasilkan nadi berubah mengikut kuasa yang diperlukan. Fungsinya adalah untuk mengurangkan Voltan dan kuasa dari input kepada output.



Rajah 42: Di Pengawal Caj PWM (Modulasi Lebar Pulsa), tujuan utama pengecas adalah untuk memastikan Voltan

selamat untuk mengecas bateri, oleh itu Voltan yang lebih tinggi yang dihasilkan dari panel biasanya dibazirkan.

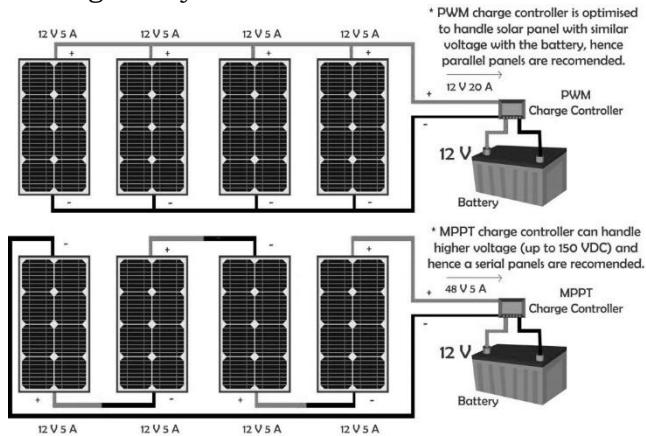
PWM mempunyai kecekapan yang sangat tinggi jika kuasa input agak stabil. Walau bagaimanapun panel solar tidak menghasilkan keluaran yang stabil, ia berubah mengikut keadaan cahaya matahari dan suhu panel.

Kebimbangan utama ialah ketidaksepadan Panel Suria – bateri. Sistem 12V nominal akan berfungsi dengan baik dengan Voltan panel solar 17-19V (memandangkan faktor lain yang boleh menyebabkan penurunan Voltan semasa memindahkan tenaga dari sel PV kepada pengawal caj, termasuk haba dibazirkan dan rintangan dawai). Voltan dijanakan yang jauh melebihi Voltan sistem tidak akan digunakan.

Pada sinaran yang sangat rendah (disebabkan awan tebal, hujan, senja, subuh, dan malam) dan suhu panel yang sangat tinggi (panel PV suria di bawah sinar matahari panas pada musim panas akan mengalami kejatuhan Voltan kerana panel solar silikon tipikal mempunyai pekali suhu kira-kira -0.4 kepada -0.5 peratus bagi setiap darjah di atas 25 Celsius), Voltan akan lebih rendah daripada Voltan mengecas nominal bateri. PWM

akan berhenti mengecas bateri dan kehilangan peluang untuk menuai tenaga dari matahari.

Di samping itu, dalam sistem PWM, anda tidak boleh mempunyai terlalu banyak panel dalam siri (kerana panel siri akan menghasilkan Voltan tinggi yang tidak mudah dipadankan dengan bateri melalui PWM) dan anda memerlukan dawai tolok yang lebih besar dan pendek yang mahal untuk menyambung panel PV kepada bateri kerana pengendalian Amperaj yang lebih besar akan menghasilkan pembaziran dari segi haba and rintangan wayar.



Rajah 43: Pengawal cas PWM boleh mengendalikan Voltan panel solar (misalnya $\sim 12\text{-}21\text{V}$) yang sama dengan Voltan

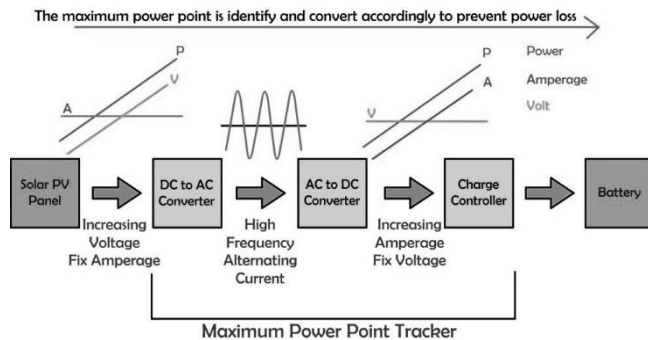
bateri (contohnya $\sim 12\text{V}$), oleh itu ia biasanya digunakan dalam sistem PV solar yang lebih kecil dengan panel yang dioptimumkan dalam konfigurasi selari. Walau bagaimanapun, pengawal caj MPPT boleh mengendalikan Voltan panel solar yang lebih tinggi (sehingga 150 V) dan oleh itu dapat menyokong banyak panel PV dalam konfigurasi bersiri.

Oleh itu, terdapat pengawal caj solar MPPT yang lebih maju. Ini adalah pengawal cas yang lebih mahal, besar dan kompleks yang mudah untuk meningkat skala mengikut keperluan projek anda.

14.4 Menggunakan Solar PV Dengan Pengawal Caj MPPT

Pengawal caj Penjejakan Kuasa Maksimum adalah pengawal caj ditambah dengan pengawal mikro litar bersepadu mengendalikan penukar DC ke DC dengan kecekapan yang tinggi. Pengawal mikro mengambil bacaan Voltan semasa sebenar dari panel PV suria dan bateri (melalui pengesanan elektronik), kemudian menggunakan algoritma untuk mengetahui kuasa terbaik panel PV suria yang boleh digunakan untuk menyesuaikan dan mengecas bateri.

Ia melibatkan penukaran Langsung Voltan DC yang dihasilkan oleh panel PV suria ke Gelombang Semasa kekerapan tinggi sekitar 20-80kHz, kemudian menukarnya semula ke Voltan DC yang sepadan dengan bateri. Kebanyakan MPPT moden adalah sekitar 93-97% yang cekap dalam penukaran kuasa.



Rajah 44: Konsep asas tentang bagaimana Tracker Kuasa Maksimum berfungsi dengan menyasarkan titik kuasa maksima dan menukar Voltan dan arus sesuai untuk mencegah kehilangan kuasa yang berlebihan.

Jika Voltan penerima dari panel PV solar adalah tinggi, ia boleh menukarnya ke Voltan yang lebih rendah dengan Amperaj yang lebih tinggi yang sepadan dengan bateri yang dicas. Jika Voltan penerima dari panel PV suria adalah lebih rendah

daripada Voltan bateri, ia boleh menukarkan kepada Voltan yang lebih tinggi dengan Amperaj yang lebih rendah untuk mengecas bateri. Oleh itu, anda masih akan mempunyai Sistem PV suria yang masih boleh mengecas bateri walaupun dalam cahaya matahari yang rendah atau pada musim sejuk.

Dengan MPPT, anda boleh dengan mudah memperluaskan rangkaian Panel PV Solar anda, dengan meletakkannya dalam siri untuk menghasilkan Voltan tinggi (biasanya MMPT boleh menyokong sehingga 150V DC, dan ada MPPT khas yang boleh mengendalikan Voltan tinggi sehingga 600V DC) dan output Amperage yang rendah, yang mengurangkan kehilangan semasa melalui pelepasan haba (Ampere lebih tinggi akan mempunyai kecekapan yang kurang kerana kehilangan tenaga sebagai haba semasa pemindahan arus). Dengan kurang Amperage, anda boleh meletakkan panel anda jauh dari bateri. Tetapi berhati-hati apabila mengendalikan sistem tersebut sebagai Voltan tinggi boleh menyebabkan risiko kejutan elektrik yang ketara jika ditangani secara tidak wajar.

Untuk memutuskan untuk penggunaan MPPT atau PWM, yang paling penting masih kos. MPPT

adalah 3-5 kali ganda lebih mahal daripada pengawal caj PWM. Anda biasanya mendapat kenaikan kuasa 20 hingga 45% pada musim sejuk dan 10-15% pada musim panas jika anda menggunakan pengawal caj MPPT kalau dibandingkan dengan pengawal caj PWM.

Sekiranya anda memerlukan kecekapan kuasa yang paling tinggi daripada panel anda, MPPT adalah pilihan yang baik. Ia akan memerah jus terakhir dari panel anda dengan keadaan cahaya matahari yang tidak mencukupi, seperti musim sejuk dan tempat dengan banyak awan.

Sekiranya anda ingin sistem solar senang dibina untuk sistem 1 Amp taman anda, PWM mungkin cukup untuk memenuhi keperluan anda.

Dengan kos sel PV Suria semakin rendah, kadang-kadang lebih murah untuk meningkatkan saiz atau bilangan sel suria (jika anda mempunyai kawasan yang besar dan bilangan panel PV suria tidak menjadi kebimbangan anda) dan bukannya melabur pada pengawal caj MPPT yang mahal.

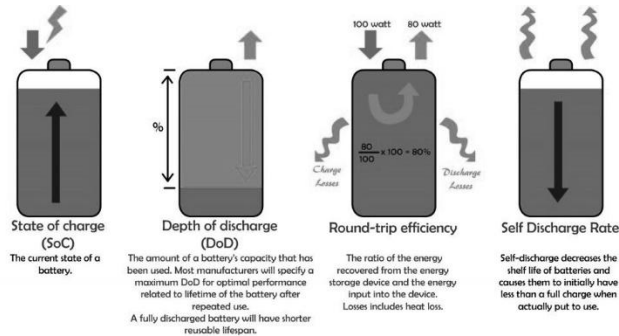
BAB 15: KENALI BATERI ANDA

Dengan adanya bateri boleh dicas semula yang baik yang dipasang pada sistem PV solar anda, anda memang akan sentiasa memastikan kecekapan penjana kuasa dan penyimpanan kuasa yang dijanakan dioptimumkan. Ini kerana spenjaan kuasa elektrik dari panel PV solar hanya berlaku apabila terdapat cahaya matahari dan anda perlu bergantung pada penyimpanan kuasa elektrik dalam bateri apabila tiada cahaya matahari.

Namun sebelum membeli bateri untuk dipasang pada pengawal cas, ia adalah penting untuk membuat pilihan yang tepat pada awalnya, jika tidak, akan menghadapi masalah seperti kegagalan sistem awal kerana pencocokan peranti yang salah, anggaran perbelanjaan awal yang tinggi untuk item yang tidak diperlukan, atau penyelenggaraan yang tinggi kerana penggantian bateri yang kerap. Bateri yang baik akan memastikan sistem anda dapat memberikan kuasa elektrik yang cukup pada masa yang paling memerlukan dan tahan lama.

15.1 Terminologi penting

Sebelum kita mula menerangkan jenis-jenis bateri yang ada dalam pasaran, mari kita lihat beberapa istilah penting mengenai sistem bateri yang boleh dicas semula.



Rajah 45: Terminologi asas yang akan anda temui dalam simpanan bateri. Keadaan Caj (State of Charge), Kedalaman nyahcas (Depth of Discharge), Kecekapan pusingan tenaga (Round-trip efficiency) dan Kadar Nyacas Sendiri (Self Discharge Rate)

15.2 Keadaan Caj (State of Charge – SOC)

Keadaan Caj atau Keadaan pengisian bateri boleh difahami dengan berapa banyak bateri sudah dicas semasa dalam kitaran pengecasan. Ini serupa dengan meter tangki minyak dalam kereta yang memberitahu anda betapa penuhnya minyak yang masih ada dalam tangki minyak kereta.

Terdapat banyak cara untuk mengetahui berapa penuh cas yang masih ada dalam satu bateri. Kaedah biasa termasuk ujian kimia (contohnya menggunakan hidrometer untuk mengira jisim graviti spesifik air bateri), ujian Voltan (contohnya Menggunakan Voltmeter dan membandingkan dengan jadual carian Voltan litar terbuka bateri vs suhu) dan kaedah penyatuan semasa (contohnya mengukur arus bateri dengan masa).

jika keadaan tahap cas bateri menurun, parameter lain juga akan menurun. Cara yang paling mudah untuk mengetahui tahap cas bateri adalah dengan memakaikan cara pengukuran Voltan (dan boleh digabungkan dengan pengiraan arus elektrik semasa).

Sebagai contoh, bateri asid plumbum 12 Volt (yang biasanya terdapat dalam kereta) akan mempunyai graviti spesifik (SG) 1.277 dan Voltan litar terbuka (Voc) 12.73V apabila bateri berada dalam keadaan penuh. Pada 50% keadaan cas (SoC), SG akan turun ke 1.172 dan Voc turun ke 12.10V. Pada SoC 10%, SG akan turun ke 1.073 dan Voc turun ke 11.51V.

Adalah Penting bahawa pengukuran Keadaan Cas yang tepat bergantung pada jenis dan teknologi bateri. Untuk perbandingan yang mudah, sila merujuk kembali ke data pengeluaran yang disertakan bersama bateri anda untuk memahami keadaan cas bateri anda.

15.3 Kedalaman Nyahcas (Depth of Discharge – DOD)

Kedalaman nyahcas (DoD) adalah bertentangan dengan keadaan cas bateri. Bateri yang dicas penuh dengan 100% SoC akan mempunyai DoD sebanyak 0%. Satu nombor naik dan satu lagi turun dan begitu juga sebaliknya. Jadi bagaimana penggunaan dua istilah ini?

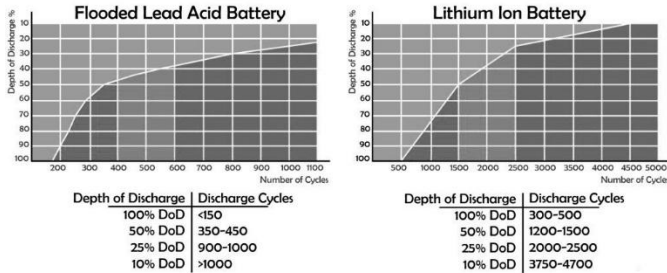
Pada asasnya DoD digunakan dalam korelasi dengan hayat kitaran bateri. Peraturan am ialah,

semakin kerap kita menyahcas bateri, semakin pendek jangka hayat bateri, disebabkan oleh perubahan kimia dalam bateri dan peningkatan rintangan dalaman di dalam bateri. Oleh itu, kitaran nyahcas yang cetek akan membolehkan memanjangkan jangka hayat bateri (lebih banyak kitaran bateri).

Dalam sistem PV solar tanpa grid, kami mengambil kira DoD dengan lebih serius kerana kami mempunyai masa yang terhad dalam sehari yang disinari cahaya matahari untuk mengecas bateri manakala pada masa yang lain, kami akan menggunakan kuasa hanya dari bateri. Perancangan yang tidak betul akan menyebabkan bateri lebih cepat rosak dan meningkatkan kos penyelenggaraan.

Bateri kitaran dalam (Deep Cycle Battery) yang berkualiti baik boleh mempunyai jangka hayat hAmpir 10 tahun jika ia dikendalikan dengan betul, tetapi ia juga boleh rosak dalam tempoh setengah tahun penggunaan jika anda menyalahgunakannya setiap hari.

The effects of Depth of Discharge on the cycle life of a battery



Rajah 46: Ilustrasi tentang contoh hayat kitaran bateri (perbandingan bateri asid plumbum vs bateri ion litium) dan kesan Kedalaman Nyahcas kepada Hayat Kitaran bateri.

Jenis bateri yang berbeza mempunyai jangka hayat kitaran bateri yang berbeza dan bezanya Kedalaman Nyahcas yang disyorkan. Bateri litium ion biasanya dinilai sebagai salah satu calon yang baik untuk bateri tahan lama dengan lebih banyak kitaran penggunaan hayat, selagi tidak menyalahgunakan dengan keadaan nyahcas yang terlalu dalam.

Adalah penting untuk melihat data terperinci produk bateri pada Kedalaman nyahcas yang disyorkan dan hayat kitaran dinilainya. Sesetengah bateri seperti Bateri Litium Ion biasanya akan menunjukkan hayat kitaran bateri

dengan DoD sebanyak 80%, manakala bateri asid plumbum biasanya akan menunjukkan hayat kitaran bateri dengan DoD sebanyak 50% atau 25%. Memandangkan bateri pada sistem PV solar dicas sekali sehari apabila waktu siang dengan matahari yang mencukupi, setiap pengecasan dianggap sebagai satu kitaran dan 1000 kitaran yang disarankan akan memastikan anda boleh menggunakannya tanpa masalah dalam tempoh 2.5-3 tahun jika digunakan dengan cadangan DoD yang dinyatakan (Pengiraan 1000 kitaran dibahagi dengan bilangan hari dalam satu tahun). Kebanyakan bateri tidak disertakan dengan jaminan yang panjang.

Dengan mengambil kira DoD, ia membolehkan anda merancang dengan teliti untuk sistem bateri anda. Ingat pengiraan beban penggunaan anda? jika anda memerlukan tenaga harian bersamaan 100 Amp-jam (100Ah), untuk memastikan ia berada dalam lingkungan 50% DoD, anda memerlukan kapasiti bateri bersamaan 200 Amp-jam (200Ah). Jika anda mahu sistem bateri bertahan lebih lama dan boleh mencapai kedalaman nyahcas bersamaan 25% DoD, anda memerlukan kapasiti bateri 400 Amp-jam (400Ah). Ini amat penting jika

mempertimbangkan sinaran cahaya matahari tidak ketara setiap hari, yang boleh dipengaruhi oleh taburan awan dan hujan.

Sesetengah bateri seperti bateri litium ion akan mempunyai litar pengurusan bateri (Battery Management System – BMS) yang akan membuka litar bateri untuk mengelakkan nyahcas selanjutnya yang akan merosakkan bateri jika ia berada di bawah Voltan tertentu.

15.4 Kecekapan Pusingan Tenaga (Round-Trip Efficiency)

Kecekapan pusingan tenaga biasanya dinyatakan dalam peratusan. Ia adalah nisbah tenaga yang dimasukkan ke dalam storan kepada tenaga yang boleh diambil daripada storan itu untuk diggunakan.

kecekapan pusingan tenaga yang tinggi bermakna kehilangan tenaga yang rendah apabila tenaga itu disimpan dalam bateri atau storan tenaga. Kecekapan pusingan tenaga bateri secara am jatuh antara 75% – 90% bergantung pada jenis bateri.

Kehilangan tenaga ini terutamanya disebabkan oleh pelepasan haba semasa mengecas dan

menyahcas. Sebahagian daripada kehilangan tenaga dalam bentuk tindak balas kimia dan rintangan dalaman.

15.5 Kadar Nyahcas Sendiri (Self Discharge Rate)

Nyahcas sendiri adalah fenomena biasa bagi bateri kimia. Disebabkan oleh tindak balas kimia dalaman dalam bateri, ia boleh kehilangan casnya dari semasa ke semasa secara perlahan-lahan walaupun ia tidak disambungkan atau digunakan. Bateri boleh dicas semula mempunyai kadar nyahcas sendiri yang lebih tinggi daripada bateri primer (bateri yang tidak boleh dicas semula).

Contoh bateri primer ialah : bateri logam litium (hayat diri 10 tahun) dan bateri Beralkali (jangka hayat 5 tahun). Contoh kadar nyahcas sendiri bagi bateri boleh dicas semula ialah: Bateri ion litium (2%-3% sebulan), bateri Asid Plumbum (4%-6% sebulan), Nikel Kadmiun (15%-20% sebulan) dan nikel hidrida logam NiMH (30% sebulan).

Bateri litium ion mempunyai kadar nyahcas diri yang rendah. Ianya sangat berguna apabila anda

perlu menyimpan tenaga untuk tempoh masa yang lebih lama, namun disertakan dengan tanda harga yang lebih tinggi.

15.6 Kapasiti Bateri

Kapasiti bateri biasanya dinyatakan sebagai Amp-Jam (AH). Ia pada asasnya bermakna bahawa bateri dengan kapasiti 1 Amp-jam harus dapat membekalkan arus 1 Amp secara berterusan selama 1 jam. Dengan kata lain, ianya boleh membekalkan arus 2 Amp selama setengah jam, atau 0.5 Amp selama 2 jam. Selepas nyahcas Amp-hour yang ditentukan, bateri akan berada dalam keadaan nyahcas sepenuhnya (kosong).

Walau bagaimanapun bateri biasanya tidak berfungsi dalam formula linear seperti itu, kerana arus dan Voltan akan turun semasa nyahcas dari semasa ke semasa, terutamanya semasa keadaan hAmpir nyahcas sepenuhnya. Oleh itu kapasiti Amp-jam bateri yang diperlukan dalam sistem PV solar biasanya ditentukan pada arus tertentu dalam masa tertentu, atau diandaikan dinilai untuk tempoh rangka masa selama 8 jam. Begitu juga dengan cara kita mengira tenaga dalam kWj.

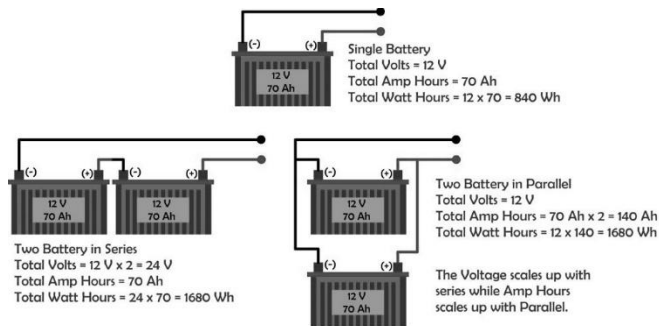
Kapasiti bateri adalah berbeza daripada penilaian Amperage bateri. Sebenarnya bateri 100 Amp-jam

tidak bermakna bateri boleh membuang arus sebanyak 100 Amp selama satu jam tanpa henti. Ia hanya bermakna bahawa bateri boleh mengandungi tenaga 100 Amp-jam.

Begitu juga apabila meter kuasa electric rumah memberitahu kami bahawa kami telah menggunakan tenaga 100kWj tidak semestinya bermakna kami mempunyai peranti yang menggunakan tenaga 100,000Watt selama satu jam pada satu jam yang lalu, ianya adalah perwakilan kumulatif penggunaan dalam tempoh masa yang kami ringkaskan dan nyatakan dalam penggunaan yang setara dalam satu jam. 100kWj boleh bermaksud tenaga yang digunakan oleh peranti 1watt yang telah beroperasi tanpa henti selama 100,000 jam, atau peranti 100watt yang telah beroperasi tanpa henti selama 100 jam.

Bergantung pada pembinaan bateri, ketumpatan plat, ciri dalaman dan teknologi, output berterusan bateri biasanya jauh lebih rendah daripada Amp-jam bateri. Contohnya jika bateri 100 Amp-jam mempunyai spesifikasi semasa output berterusan 5 Amp, ia akan mengeluarkan output berterusan maksimum 5 Amp dan akan berjalan selama hAmpir 20 jam sebelum bateri menjadi nyahcas sepenuhnya.

Walau bagaimanapun Amp-jam bateri merosot dari semasa ke semasa disebabkan oleh tindak balas kimia dan pembentukan rintangan dalaman dari semasa ke semasa. Oleh itu, dalam penggunaan sebenar, bateri kelihatan menjadi lebih cepat menjadi kosong atau dinyahcas selepas banyak kitaran penggunaan



Rajah 47: Meletakkan bateri secara konfigurasi bersiri akan meningkatkan rating Voltan, manakala konfigurasi selari akan meningkatkan rating Amp Hour dengan Voltan kekal sama.

Apabila menyambungkan bateri dalam konfigurasi bersiri, Voltan bertambah tetapi Amp-jam tidak akan tambah (sama seperti panel PV solar). Begitu juga jika anda menggunakan

konfigurasi selari, Voltan kekal tetapi Amp-Jam meningkat. Pada akhirnya, jumlah storan tenaga masih akan meningkat dengan setiap penambahan bateri kerana bacaan Voltan kali dengan bacaan Amp Hours ialah Watt Hours.

15.7 Suhu Mengecas dan Suhu Menyahcas

Bateri boleh berfungsi dalam julat suhu yang luas, tetapi kebanyakan bateri berfungsi dengan paling baik pada keadaan ujian standard, iaitu 25 darjah Celsius, atau suhu bilik. Pada suhu yang melampau, kecekapan bateri dalam mengecas dan menyahcas juga akan terjejas. Ia disebabkan oleh kesan suhu pada bahan kimia di dalam bateri.

Nasihat praktikal untuk menggunakan peranti elektronik berkuasa bateri seperti kamera digital dalam suhu beku subsifar adalah dengan mengeluarkan bateri dan memanaskan tapak tangan terlebih dahulu sebelum menggunakannya dalam peranti elektronik. Ia akan membolehkan penggunaan bateri yang lebih lama.

Setiap jenis bateri yang berbeza akan mempunyai julat suhu pengecasan dan nyahcas yang disorkan yang berbeza. Bateri boleh dinyahcas pada julat suhu yang lebih besar tetapi hanya mengecas pada julat suhu yang lebih terhad. Untuk hasil terbaik, mengecas bateri antara 10 – 30 darjah Celsius.

Battery type	Charge temperature	Discharge temperature	Charge advisory
Lead acid	-20°C to 50°C (-4°F to 122°F)	-20°C to 50°C (-4°F to 122°F)	Charge at 0.3C or less below freezing. Lower V-threshold by 3mV/°C when hot.
NiCd, NiMH	0°C to 45°C (32°F to 113°F)	-20°C to 65°C (-4°F to 149°F)	Charge at 0.1C between -18°C and 0°C. Charge at 0.3C between 0°C and 5°C. Charge acceptance at 45°C is 70%. Charge acceptance at 60°C is 45%.
Li-ion	0°C to 45°C (32°F to 113°F)	-20°C to 60°C (-4°F to 140°F)	No charge permitted below freezing. Good charge/discharge performance at higher temperature but shorter life.

Rajah 48: Suhu pengecasan dan nyahcas yang dibenarkan bagi bateri boleh dicas semula biasa.

15.8 Pampasan Suhu

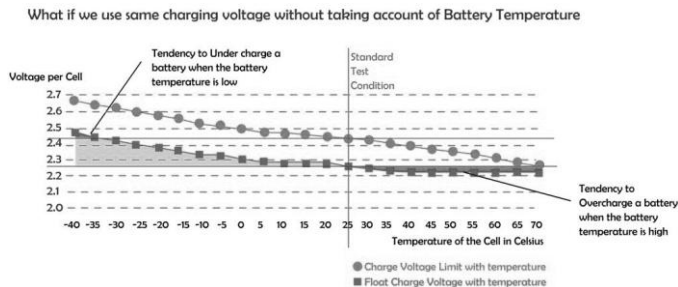
Voltan pengecasan bateri hendaklah dibetulkan berdasarkan suhu bateri. Pelarasan ini dirujuk sebagai pAmpasan suhu, ciri pengecasan yang membantu memastikan bateri tidak kurang dicas atau dicas berlebihan disebabkan oleh suhu bateri.

Suhu menjejaskan rintangan dalaman bateri dan penerimaan caj bateri. Pada suhu yang melAmpau atau panas yang melAmpau, penerimaan caj akan

berkurangan, dan oleh itu bateri perlu dibawa ke suhu sederhana sebelum mengecas.

Keadaan ujian standard dinilai pada 25 darjah Celsius, iaitu suhu di mana kebanyakan peranti elektronik diuji, termasuk pengawal cas, penyongsang, panel PV solar dan bateri. Walau bagaimanapun dalam penggunaan sebenar, suhu ambien boleh jauh berbeza daripada keadaan ujian standard.

Apabila bateri sejuk, Voltan cas yang lebih tinggi diperlukan untuk menolakkan arus ke dalam plat bateri dan elektrolit bateri, walau bagaimanapun, bateri yang lebih panas memerlukan Voltan cas yang lebih rendah untuk mengelakkan pengecasan berlebihan menyebabkan potensi kerosakan pada sel asid plumbum terkawal injap (VRLA) dan mengurangkan pengegasan yang tidak perlu pada sel asid plumbum biasa. Pampasan Voltan dapat memanjangkan hayat bateri apabila beroperasi pada suhu yang melAmpau.



Rajah 49: Salah satu contoh melaraskan Had Voltan Caj dan Voltan Caj Terapung dengan korelasi suhu untuk mengelakkan Pengecasan Kurang atau Pengecasan Berlebihan, berbanding hanya menggunakan ciri pengecasan keadaan ujian standard.

Recommended voltage limits when charging and maintaining lead acid batteries on float charge.

Battery status	-40°C (-40°F)	-20°C (-4°F)	0°C (32°F)	25°C (77°F)	40°C (104°F)
Voltage limit on recharge	2.85V/cell	2.70V/cell	2.55V/cell	2.45V/cell	2.35V/cell
Float voltage at full charge	2.55V/cell or lower	2.45V/cell or lower	2.35V/cell or lower	2.30V/cell or lower	2.25V/cell or lower

Rajah 50: Had Voltan yang disyorkan semasa mengecas dan menyelenggara bateri asid plumbum pada cas apungan.

Formula pAmpasan suhu yang paling banyak digunakan ialah: -0.005 V setiap $^{\circ}\text{C}$ setiap sel 2 V . Walau bagaimanapun ia masih bergantung kepada jenis bateri dan pengeluarnya. Jenis bateri yang berbeza mempunyai ciri yang berbeza pada pAmpasan suhu. Adalah bijak untuk

melihat lembaran spesifikasi pembuatan untuk mengetahui pelarasan yang sesuai yang diperlukan dalam suhu bateri yang berjulat melAmpau. Malah, sesetengah pengeluar bateri dan pengeluar pengecas mengesyorkan supaya tidak mengecas bateri yang bersuhu 50°C (122°F) atau suhu yang lebih panas.

15.9 Kadar Cas (C-Rates)

Kadar pengecasan dan nyahcas bateri selalunya dilambangkan sebagai C atau *kadar-C*, yang merupakan ukuran kadar di mana bateri dicas atau dinyahcas berbanding kapasitinya.

Bateri 1 Amp Hours (1AH) akan dicas pada kadar-C 1 C jika ia dicas selama satu jam dengan arus 1 Amps (dari kosong kepada penuh), atau nyahcas pada kadar-C 1 C jika dinyahcas selama satu jam dengan arus 1 Amps (daripada penuh kepada kosong). Bateri yang sama akan dinyahcas pada kadar-C 0.5C dengan menyAmpaikan arus 500mA selama dua jam, atau dinyahcas pada kadar-C 2C dengan menyAmpaikan 2A selama 30 minit.

Begitu juga jika menggunakan Bateri 10 Amp Hours akan dicas pada kadar-C 1 C jika ia dicas

selama satu jam dengan 10 Amps (dari kosong kepada penuh).

Jadual 1: Kadar Cas (C-rate) berkadaran masa.

Kadar Cas (C-rate)	Masa
5C	12 Minit (1/5 Jam)
2C	30 Minit (1/2 Jam)
1C	1 Jam
0.5C atau C/2	2 Jam
0.2C atau C/5	5 Jam
0.1C atau C/10	10 Jam
0.05C atau C/20	20 Jam
C/x	x Jam

Secara amnya adalah dinasihatkan untuk mengecas bateri sekitar 1C atau kurang untuk sebab keselamatan dan hayat bateri yang lebih lama. Menyampaikan caj lebih daripada 1C boleh menjana pemanasan, pengecasan (sel acid) dan

mengurangkan hayat bateri. Walau bagaimanapun, kadar-C sebenar bateri boleh didapati dalam helaian spesifikasi bateri dan pengecas bateri. Sesetengah bateri membenarkan kadar C yang lebih tinggi untuk pengecasan, cth 2C, 5C, sehingga 12C dengan pengecas bateri khusus.

Apabila berurusan dengan bateri berkapasiti sangat tinggi, kadar-C akan jauh lebih rendah kerana hakikat bahawa ia perlu mengendalikan arus yang sangat tinggi untuk mempunyai kadar-C 1 C. (contohnya Bateri 200 Amp Hours perlu mengendalikan 200 Amps dalam satu jam jika mempertimbangkan kadar-C 1 C.) Seperti yang diketahui sebelum ini, sistem arus tinggi akan menghasilkan terlebih banyak haba terbuang dan biasanya kurang cekap.

15.10 Bateri Permulaan (Starting Batteries) Dan Bateri Kitaran Dalam (Deep-Cycle Batteries)

Bateri pemula biasanya ditemui dalam automotif untuk membolehkan penyalaan elektrik (melalui pemula elektrik) enjin pembakaran. Ia juga dikenali sebagai bateri SLI (starting-lighting-ignition). Bateri ini mempunyai sejumlah besar

plat plumbum nipis dengan luas permukaan maksimum untuk memenuhi letusan arus seketika yang singkat yang diperlukan semasa enjin dihidupkan. Biasanya, mula melepaskan kurang daripada tiga peratus daripada kapasiti bateri. Selepas menghidupkan enjin, bateri akan masuk ke peringkat cas semula yang disokong oleh enjin yang sedang berjalan dan alternator.

Bateri permulaan adalah murah, tetapi tidak sesuai untuk aplikasi solar, kerana dalam aplikasi solar terdapat pelepasan dalam yang kerap yang mungkin akan menyebabkan elektrod hancur dengan lebih cepat dan menyebabkan kegagalan pramatang. Dalam aplikasi solar terdapat pengecasan apungan panjang pada siang hari tetapi akan meletakkan bateri ke dalam keadaan nyahcas separa yang lama sepanjang malam.

Oleh itu bateri kitaran dalam digunakan dalam aplikasi suria, di mana ia mempunyai plat plumbum yang lebih kecil tetapi lebih tebal yang kurang terdedah kepada degradasi akibat kitaran nyahcas dalam. Mereka juga mempunyai bahan pes aktif berketumpatan lebih tinggi, pemisah yang lebih tebal dan plat mengandungi lebih banyak antimoni. Bateri kitaran dalam terdapat dalam kenderaan elektrik (cth. kereta golf), sistem

PV Solar dan Bekalan Kuasa Tidak Terganggu (UPS). Bateri ini membenarkan nyahcas arus tetap tetapi biasanya arus beban puncak lebih rendah daripada bateri permulaan.

Bateri Kitaran Dalam lazimnya direka untuk kedalaman menyahcas antara 45% hingga 75% daripada kapasitinya, dengan sesetengahnya boleh kedalaman menyahcas serendah 80%. Walau bagaimanapun, membandingkan nyahcas cetek dan nyahcas dalam, bateri akan mempunyai jangka hayat kitaran yang lebih lama jika Kedalaman Nyahcas adalah rendah setiap kitaran. Untuk jangka hayat vs faktor kos yang lebih baik, adalah dinasihatkan untuk mempunyai kitaran purata 45% nyahcas (Mencegah Kedalaman Nyahcas melebihi 50%).

Walaupun Bateri Asid Plumbum yang jenis banjiir boleh terdiri daripada bateri permulaan atau jenis bateri kitaran dalam, oleh itu bergantung pada aplikasi, seseorang memilih satu daripada yang lain untuk memastikan sistem anda tidak gagal sebelum waktunya.

Bateri kitaran dalam juga tersedia dalam bateri VRLA, AGM atau Gel.

15.11 Jenis Biasa Bateri Suria

Bateri boleh dicas semula biasa digunakan untuk bateri solar ialah

- Bateri Asid Plumbum Standard atau Bateri Banjir
- Bateri Asid Plumbum Terkawal Injap (bateri VRLA), terdapat dalam tiga jenis: Asid Plumbum Tertutup (SLA), Sel Gel, Tikar Kaca Penyerap (AGM).
- Bateri Litium Ion

15.12 Bateri Plumbum-Asid (Banjir).

Bateri asid plumbum standard ialah jenis bateri boleh dicas semula tertua. Ia biasanya dilihat dalam kereta, dan pernah menjadi salah satu bateri yang paling berpatutan dengan keupayaan untuk membekalkan arus lonjakan tinggi (cth. untuk digunakan untuk menghidupkan enjin kereta).

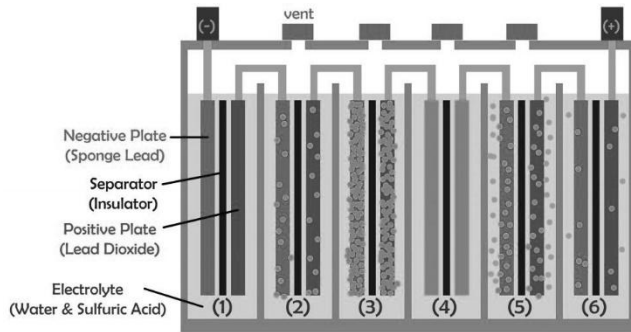
Memandangkan bateri boleh disediakan dengan mudah untuk dijalankan secara selari untuk membekalkan Amperage yang lebih besar atau dijalankan secara bersiri untuk membekalkan Voltan yang lebih tinggi. Ia juga sesuai untuk

sandaran luar grid skala besar pada kos yang lebih rendah.

Dalam bateri asid plumbum standard, ia terdiri daripada siri enam petak sel 2 Volt. Sel 2 Volt boleh mempunyai julat Voltan daripada 1.8 Volt pada nyahcas penuh (bersamaan dengan ~10.8 Volt), hingga 2.1 Volt dalam litar terbuka pada cas penuh (bersamaan dengan ~ 12.6 Volt). Voltan adalah salah satu kriteria untuk menentukan keadaan cas bateri.

Sel bateri asid plumbum standard terdiri daripada plat plumbum Negatif dan Positif yang diapit di antara penebat yang memisahkan dua plat berbeza untuk mengelakkan litar pintas. Ia dibanjiri dan direndam dalam elektrolit terdiri daripada air dan asid sulfurik.

Di bawah ialah ilustrasi tentang perkara yang berlaku semasa menyahcas atau mengecas bateri asid plumbum standard.



Rajah 51: perkara yang berlaku semasa menyahcas atau mengecas bateri asid plumbum standard.

(1) Enam sel tunggal 2.1 Volt disambung secara bersiri untuk membuat bateri 12 Volt (12.6 Volt) biasa.

(2) Semasa nyahcas, tindak balas kimia antara asid sulfurik dan plat plumbum menghasilkan elektrik yang juga mula menyaluti kedua-dua plat positif dan negatif dengan plumbum sulfat (juga dikenali sebagai sulfation).

(3) Pada pelepasan sepenuhnya, plat hAmpir ditutup dengan plumbum sulfat. Voltan bateri menurun daripada 12.6 Volt kepada 10.5 Volt.

(4) Lapisan plumbum sulfat pada mulanya lembut, ia boleh ditukar semula menjadi plumbum dan asid sulfurik, dengan syarat bateri yang dinyahcas segera dicas semula. Jika bateri asid plumbum tidak segera dicas semula, sulfat plumbum akan mula membentuk kristal keras, membawa kepada kehilangan kapasiti bateri yang tidak dapat dipulihkan.

(5) Apabila bateri dicas semula, plumbum sulfat ditukar kepada plumbum dan asid sulfurik. Elektrolisis juga berlaku semasa pengecasan. Air ditukar kepada hidrogen dan oksigen (gas) yang perlu dibuang dan menyebabkan kehilangan air dari bateri dari masa ke masa. Gas hidrogen yang dihasilkan semasa pengecasan adalah mudah meletup.

(6) Sesetengah sulfat plumbum mungkin masih kekal pada plat, terkumpul secara beransur-ansur selepas setiap kitaran pengecasan dan secara beransur-ansur bateri akan mula kehilangan kapasiti untuk menyimpan cas penuh dan akhirnya mesti diganti.

Kelebihan Bateri Asid Plumbum Standard:

- Murah dan boleh didapati secara komersial.
- Boleh mempunyai julat kapasiti yang berubah-ubah (Sesetengah bateri Banjir tersedia dalam penilaian Amp Hours yang sangat tinggi).
- Dapat melupuskan arus besar (arus beban puncak) apabila diperlukan (cth. bateri permulaan untuk automotif).
- Sel yang dibanjiri dengan baik boleh bertahan lebih lama daripada VRLA dengan syarat kerap mengekalkan paras air, mengekalkan keadaan cas dan mencegah pelepasan >50%.
- Boleh dikitar semula. Bateri asid plumbum dikitar semula 98% mengikut isipadu, 99.5% mengikut berat.

Keburukan Bateri Asid Plumbum Standard:

- Sulfaksi boleh mengurangkan keupayaan bateri untuk menyimpan dan membebaskan tenaga dengan ketara.
- Tidak dapat mengekalkan arus malar dari semasa ke semasa disebabkan oleh

sulfaksi berlaku pada plat semasa nyahcas, mengurangkan aliran arus selepas beberapa ketika.

- Bergantung pada spesifikasi penggunaan sel jenis banjir. Bateri automotif (bateri pemula) mempunyai sejumlah besar plat plumbum nipis yang membolehkan nyahcas pendek serta-merta pecah arus tinggi untuk memenuhi beban puncak secara tiba-tiba semasa permulaan, tetapi plat nipis mudah rosak oleh nyahcas dalam yang menyebabkan kegagalan pramatang. Kitaran nyahcas dalam menyebabkan elektrod nipis hancur. Aplikasi solar memerlukan bateri asid plumbum kitaran dalam yang mempunyai plat lebih tebal yang kurang terdedah kepada degradasi akibat kitaran dalam.
- Penyelenggaraan yang kerap diperlukan untuk memastikan elektrolit berada pada tahap yang baik. Lama kelamaan, jumlah elektrolit akan berkurangan disebabkan oleh hidrogen dan gas oksigen dilepaskan ke udara semasa pengecasan semula.
- Mempunyai kitaran nyahcas-caj semula yang lebih rendah (kitaran hayat bateri),

bertambah teruk jika kerap dinyahcas di bawah 50%.

- Kadar nyahcas diri yang lebih tinggi berbanding bateri lain.
- Harus sentiasa meletakkan kedudukan tegak, jika tidak, anda akan menghadapi risiko kebocoran asid.
- Memerlukan pengudaraan di sekeliling bateri yang sedang dicas. Gas hidrogen yang dibebaskan semasa pengecasan boleh menyebabkan letupan.
- Plumbum adalah toksik kepada alam sekitar dan tidak boleh dibuang ke tapak pelupusan sampah biasa.

15.13 Bateri Asid Plumbum Terkawal Injap (VRLA).

Bateri asid plumbum terkawal injap biasanya dikenali sebagai bateri bebas penyelenggaraan. Ia diiklankan secara komersil sebagai bateri yang anda boleh letak dan lupakannya sehingga ia akhirnya memberi laluan. Tidak perlu menambah air bateri seperti yang dilakukan oleh sel yang dibanjiri. Ia mempunyai pembinaan yang serupa dengan bateri asid plumbum yang dibanjiri Standard tetapi dengan sedikit variasi untuk

mengendalikan kehilangan sulfaksi dan pengecasan.

Tiga jenis bateri VRLA yang biasa ialah:

- Bateri Asid Plumbum Tertutup (Sel Basah Terkawal Injap Tertutup)
- Bateri Mat Kaca Penyerap (Absorbent Glass Mat Battery)
- Bateri Gel

Dalam bateri solar, VRLA yang biasa digunakan ialah bateri AGM atau Gel.

Bateri Asid Plumbum Tertutup (SLA) mempunyai komposisi yang sama seperti bateri asid plumbum standard, kecuali ia tidak mempunyai lubang terbuka untuk melepaskan gas. Bateri akan mengekalkan gas terjana dalam petak baterinya selagi tekanan kekal pada tahap yang selamat. Di bawah keadaan operasi biasa, gas boleh digabungkan semula dalam bateri itu sendiri. Dalam sesetengah VRLA, gas hanya dikeluarkan dengan jumlah minimum melalui bolong yang sangat kecil untuk mengawal tekanan kembali ke paras selamat apabila mengecas berlebihan atau apabila tekanan melebihi had keselamatannya untuk

mengelakkan letupan. Dalam erti kata tertentu SLA ialah Bateri Asid Plumbum Banjir yang dimeterai dan tidak membenarkan pengguna menambah air dan oleh itu “bebas penyelenggaraan”.

Bateri Mat Kaca Penyerap (AGM) (juga dikenali sebagai starved electrolyte) mempunyai jaringan gentian kaca yang sangat nipis di antara plat bateri yang berfungsi untuk membendung dan melumpuhkan elektrolit. Elektrolit dipegang di dalam tikar kaca, berbanding dengan bebas membanjiri plat. Gentian kaca yang sangat nipis ini dianyam menjadi tikar untuk meningkatkan luas permukaan untuk menampung elektrolit yang mencukupi (sehingga 95%) pada sel untuk digunakan dalam seumur hidup sel. Oleh kerana Tikar Kaca dan Elektrod Plumbum padat, oleh itu mempunyai pergerakan plat sifar pada getaran, yang menjadikan mereka kebal terhadap getaran. Mereka juga berfungsi dengan baik dalam suhu beku. Walau bagaimanapun ia lebih mahal daripada rakan sejawatan Gel atau SLA.

Sel-sel gel menambah habuk silika atau agen pembentuk gel lain kepada elektrolit, membentuk gel seperti dempul yang tebal. Yang biasa ditemui

ialah asid sulfurik bercampur dengan silika wasap. Pembentukan gel elektrolit mengurangkan penyejatan elektrolit, tumpahan dan mempunyai ketahanan yang lebih besar terhadap kejutan dan getaran. Antimoni dalam plat plumbum digantikan dengan kalsium untuk membolehkan penggabungan semula gas berlaku di dalam sel. (Antimoni adalah aloi dengan plumbum dalam olat plumbum untuk meningkatkan kekerasan plat dan kekuatan mekanikal, dan meningkatkan ciri pengecasan dan mengurangkan penjanaan hidrogen yang tidak diinginkan semasa pengecasan). Penggabungan semula gas berlaku dengan sangat cepak dalam sel Gel. Semasa pengecasan berlebihan, oksigen yang berkembang daripada plat positif akan bergerak melalui gel ke plat negatif di mana gas oksigen dan hidrogen yang diserap pada permukaan plat negatif plumbum span digabungkan semula ke dalam air. Injap dikawal pada 2 psi, yang cukup untuk penggabungan semula penuh berlaku dan mengelakkan kehilangan gas.

Kedua-dua sel AGM dan Gel mempunyai elektrolitnya yang tidak bergerak, yang merupakan faedah tambahan untuk banyak aplikasi mudah alih di mana anda boleh

meletakkan bateri tegak, berbaring di mana-mana arah, dan juga terbalik.

Kebaikan Bateri Asid Plumbum Terkawal Injap:

- Bebas penyelenggaraan! Anda tidak perlu risau tentang menambah paras air pada bateri anda dari semasa ke semasa (atau pada asasnya anda tidak boleh menambah apa-apa lagi).
- Pemasangan di lokasi di mana penyelenggaraan tetap boleh menjadi sukar (cth. kawasan terpencil)
- Biasa digunakan untuk aplikasi storan kuasa seperti Bekalan Kuasa Tidak Terganggu (UPS) untuk penyelesaian sandaran kuasa suria komputer dan luar grid.
- Hayat kitaran lebih lama daripada bateri asid plumbum yang dibanjiri, tetapi lebih pendek daripada bateri asid plumbum yang diselenggara dengan baik.
- Mampu meletakkan pada orientasi yang berbeza (terutama jenis AGM dan Gel).
- AGM Kebal terhadap getaran kerana Titar Kaca yang padat dengan Elektrod dengan pergerakan plat hampir sifar pada getaran.

- AGM boleh bertolak ansur dengan operasi dalam suhu beku (sesuai untuk mudah alih salji).

Keburukan Bateri Asid Plumbum Terkawal Injap:

- Agen melumpuhkan (AGM, Gel) akan menghalang tindak balas kimia untuk menghasilkan arus. Ini menjadikan mereka mempunyai penarafan kuasa puncak yang lebih rendah dan kurang berguna untuk aplikasi yang memerlukan arus tinggi yang singkat seperti menghidupkan enjin (melainkan dinyatakan untuk penggunaan bateri pemulaan).
- Elektrolit tidak boleh diuji oleh hidrometer untuk mendiagnosis pengecasan yang tidak betul.
- Lebih mahal daripada bateri asid plumbum standard (AGM, Gel).
- Juga memerlukan pengudaraan tetapi kurang daripada bateri asid plumbum standard.
- Anda tidak boleh mengisi semula sel VRLA dengan air seperti yang dilakukan oleh sel yang dibanjiri. Gas hidrogen yang hilang daripada sel VRLA tidak boleh diganti

dengan mudah, dan oleh itu diperlukan untuk menyediakan kuantiti elektrolit yang berlebihan. (terutamanya AGM)

- Lebih berat daripada bateri asid plumbum standard (disebabkan oleh berat daripada AGM, Ejen Gel dan kuantiti elektrolit yang banyak).
- Pengecas terkawal Voltan diperlukan untuk memaksimumkan hayat bateri VRLA (terutamanya AGM dan Gel). Lebihan Voltan akan memendekkan jangka hayat mereka.
- Nyahcas dengan ketara gas hidrogen yang sedikit (yang bersifat mudah meletup).

15.14 Bateri Litium

Bateri litium-ion atau dikenali sebagai bateri Li-ion ialah sejenis bateri boleh dicas semula di mana ion litium bergerak dari elektrod negatif ke elektrod positif semasa nyahcas, dan pergerakan terbalik daripada elektrod positif ke elektrod negatif semasa mengecas.

Bateri litium-ion ialah bateri boleh dicas semula biasa yang terdapat dalam elektronik mudah alih (cth telefon bimbit, kenderaan elektrik dsb.) Ia mempunyai ketumpatan tenaga yang tinggi

dengan kesan ingatan yang rendah dan kadar nyahcas diri yang rendah.

Bagaimanapun litium tulen sangat reaktif dan boleh bertindak balas dengan kuat dengan air kepada litium hidroksida dan gas hidrogen. Oleh itu elektrolit bukan akueus biasanya digunakan dan ditutup daripada lembapan.

Litium-ion boleh digabungkan dengan bahan yang berbeza untuk mempunyai ciri yang berbeza bergantung pada aplikasi. Elektronik pegangan yang lebih mementingkan berat sering menggunakan Lithium Cobalt Oxide (LiCoO_2), yang menawarkan ketumpatan tenaga yang tinggi, tetapi menimbulkan risiko keselamatan, terutamanya apabila rosak. Sebaliknya, jika berat kurang membimbangkan seperti alat elektronik atau aplikasi solar, Lithium Iron Phosphate (LiFePO_4), Lithium Ion Manganese Oxide Bateri (LiMn_2O_4 , Li_2MnO_3 , atau LMO) dan Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide LiNiMnCoO_2 atau NMC) menawarkan ketumpatan tenaga yang lebih rendah, tetapi hayat yang lebih lama dan kemungkinan kecil kejadian malang dalam penggunaan dunia sebenar (cth kebakaran, letupan dsb.).

Bateri litium-ion boleh mempunyai bahaya keselamatan (kebakaran dan letupan) jika dikendalikan dengan tidak betul atau dicas terlalu cepat kerana ia mengandungi elektrolit mudah terbakar yang mungkin terus bertekanan. Oleh itu ia memerlukan pengecas khusus atau Sistem Pengurusan Bateri (BMS) dengan sensor suhu, cas berlebihan dan perlindungan nyahcas dalam. Bateri dimatikan apabila Voltan bateri terlalu rendah, atau apabila suhu melampau.

Suhu pengecasan disimpan pada 0–45 °C untuk jangka hayat sel yang lebih lama. Pengecasan dihentikan jika bateri berada di bawah suhu beku kerana penyaduran litium logam boleh berlaku pada elektrod negatif semasa julat subpembekuan yang tidak boleh ditanggalkan dengan kitaran berulang. Mengecas pada suhu melebihi 45 °C akan merendahkan prestasi dan hayat bateri. Bateri Li-ion yang terlalu panas atau dicas berlebihan mungkin mengalami pelepasan haba yang akan menyebabkan kebocoran, letupan atau kebakaran.

Kitaran hayat bateri Litium-ion juga berbeza mengikut pengeluaran dan teknologi. Kebanyakan akan dinilai pada 500-1000 kitaran, dengan

tertinggi sehingga 10,000 kitaran jika sel berdasarkan anod karbon. Degradasi terutamanya bergantung kepada suhu, selain daripada Kedalaman nyahcas.

Harga bateri Litium-ion telah jatuh selama bertahun-tahun disebabkan oleh pengeluaran besar-besaran Kenderaan Elektrik yang menggunakan bateri Litium-ion dan kematangan teknologi pembuatan. Sel silinder bersaiz 18650 telah menjadi sel silinder paling popular yang telah digunakan dalam komputer riba, penyelesaian storan berasaskan rumah dan kenderaan elektrik.

Kelebihan bateri Litium-ion

- Ketumpatan tenaga tinggi.
- Padat dan berguna untuk elektronik mudah alih.
- Kesan ingatan (memory effect) yang sangat rendah.
- Kadar pelepasan diri yang rendah (1.5-2% sebulan).
- Hayat kitaran lebih lama daripada bateri asid plumbum.
- Bebas penyelenggaraan.
- Kebal terhadap getaran.

- Boleh diletakkan dalam sebarang orientasi.

Pilihan popular untuk penyelesaian sandaran seluruh rumah terima kasih kepada Tesla Powerwall yang dipasarkan dengan cemerlang.

Boleh menjadi alternatif yang lebih murah dalam jangka masa panjang apabila mempertimbangkan faedah kitaran nyahcas yang lebih dalam (DoD sebanyak 80%), Hayat kitaran yang lebih lama (cth. 1000 kitaran pada DoD sebanyak 80%), kurang keperluan untuk penukaran bateri jika pengendalian yang betul.

Penggunaan Sistem Pengurusan Bateri (BMS) bersama-sama dengan bateri Litium ion akan memastikan keselamatan dan jangka hayat sel lebih lama.

Bateri li-ion mengandungi kurang logam toksik daripada jenis bateri lain yang mungkin mengandungi plumbum atau kadmium. Oleh itu kurang toksik kepada alam sekitar.

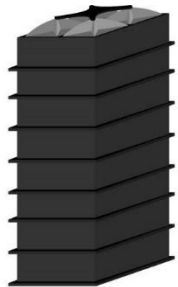
Kandungan Logam (cth. besi, kuprum, nikel dan kobalt) dalam bateri Litium Ion boleh dikitar semula.

Keburukan bateri Litium-ion

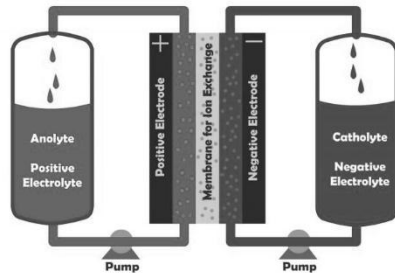
- Mahal daripada bateri asid plumbum.
- Keperluan pengecasan adalah ketat berbanding bateri asid plumbum. Suhu pengecasan dikekalkan pada 0–45 °C.
- pengendalian yang tidak betul, terlalu panas dan pengecasan berlebihan boleh menyebabkan pelarian haba (thermal runaway), berisiko untuk meletup dan kebakaran.
- Apabila disimpan untuk jangka masa yang lama, arus kecil litar perlindungan boleh mengalirkan bateri di bawah Voltan penutupnya; pengecas biasa kemudiannya mungkin tidak berguna kerana BMS mungkin menyimpan rekod 'kegagalan' bateri (atau pengecas) ini.
- Sel litium-ion terdedah kepada kerosakan di luar julat Voltan yang dibenarkan, walaupun dengan Voltan kecil (miliVolt), boleh mengakibatkan penuaan pramatang sel.

15.15 Jenis Bateri Boleh Dicas Semula Yang Lain

Bateri boleh dicas semula telah berkembang sejak beberapa tahun berikutan permintaan yang lebih tinggi terhadap penyelesaian sandaran rumah dan konsep untuk menyimpan elektrik semasa kadar waktu puncak rendah yang lebih murah dan pelepasan semasa kadar waktu puncak yang mahal. Pencarian sistem yang lebih selamat, lebih murah dan boleh berskala menjadi lebih banyak dengan cara penyelesaian baharu muncul di pasaran dalam masa terdekat.



Saltwater Battery



Redox Flow Battery

Rajah 52: Ilustrasi Bateri Air Garam dan Bateri Aliran Redox. Kedua-duanya adalah penyelesaian yang menjanjikan untuk penyimpanan tenaga seluruh rumah.

Bateri air garam. Yup, bateri yang menggunakan air garam dan bukannya menggunakan logam berat seperti digunakan dalam asid plumbum dan bateri lithium ion. Penggunaan Air Garam adalah kos rendah, tidak toksik, selamat dan tidak mempunyai tindak balas sampingan yang mengurangkan casnya apabila tidak digunakan (pelepasan diri yang rendah), membolehkan tempoh penyimpanan yang lebih lama. Ia dipopularkan oleh Aquion Energy. Dalam sel, kepekatan garam yang tinggi membolehkan interfasa pepejal-elektrolit membentuk dan membebaskan lebih banyak tenaga dengan tenaga khusus 100 Watthour/kg, dan boleh beroperasi dengan hampir 100% kecekapan coulombik pada kadar nyahcas dan cas 0.15 C hingga 4.5.

Memandangkan natrium (sejenis garam) mempunyai potensi pengurangan yang tinggi, berat yang rendah, tidak toksik, kelimpahan relatif, ketersediaan dan kos yang rendah, ia telah menemui jalan kepada banyak penyelesaian bateri boleh dicas semula, Seperti Bateri Garam Lebur, Bateri Ion Natrium, Bateri natrium-sulfer dsb.

Bateri aliran atau baterai aliran redoks (pengurangan-pengoksidaan) ialah sejenis atau sel elektrokimia di mana tenaga kimia disediakan oleh dua komponen kimia yang dilarutkan dalam cecair yang terkandung dalam sistem yang dipisahkan oleh membran yang membenarkan pertukaran ion antara kedua-dua bahan kimia. Sel-sel ini disambungkan kepada dua tangki yang lebih besar (Tanki Anolit dan Tangki Catholyte) yang menyimpan elektrolit. Bahan kimia yang disimpan dipam melalui sel redoks di mana tindak balas kimia (pengurangan dan pengoksidaan) berlaku. Mengecas sel redoks akan membalikkan tindak balas kimia. Bateri sedemikian mudah berskala mengikut permintaan tetapi secara perbandingan kurang berkuasa.

Satu lagi varian bateri jenis aliran ialah NanoFlowcell, yang mempunyai ketumpatan tenaga yang lebih tinggi dengan bateri redoks biasa dengan 600Wh/liter, yang membolehkan untuk penggunaan dalam kereta.

Bateri jenis aliran sering keluar di atas dalam aplikasi penyimpanan jangka panjang berbanding ion litium. Ini disebabkan oleh keupayaan mereka untuk bertahan beberapa dekad dengan sedikit

penyelenggaraan dan fakta bahawa bahan elektrolit boleh digunakan semula atau dijual.

Bagaimanapun semua teknologi ini agak baharu berbanding bateri asid plumbum setia lama dan mengkomersialkan bateri litium dengan baik, ia akan mengambil sedikit masa sebelum lebih banyak penyelesaian storan baharu berakar dalam penyelesaian sandaran PV solar rumah.

15.16 Membeli Bateri Anda

Sebelum membeli bateri dan pasang pada sistem PV solar anda, pastikan anda sudah memikirkan sistem bateri yang anda sasarkan. Terdapat banyak perkara yang perlu dipertimbangkan sebelum membeli, jika tidak, anda mungkin menyesal mempunyai sistem bateri yang tidak berfungsi seperti yang diharapkan, atau yang paling teruk, mengalami kecederaan dan kebakaran kerana pengendalian yang tidak betul.

15.17 Pilih Dengan Betul – Bateri Kitaran Dalam

Bateri Asid Plumbum jenis Banjir lebih murah dengan kapasiti storan yang lebih besar daripada penyelesaian storan lain. Sangat menggodanya untuk

mengambil yang paling murah dari kedai dan fikir ia sesuai untuk aplikasi solar. Tetapi tunggu, adakah anda mengambil bateri permulaan (untuk automotif) atau Bateri Kitaran Dalam?

Nah, anda biasanya tidak mendapatkan bateri kitaran dalam di kedai automotif tempatan anda, melainkan mereka juga melanjutkan perkhidmatan mereka kepada kenderaan elektrik seperti kereta golf. Menggunakan bateri permulaan untuk aplikasi solar anda akan menyebabkan kegagalan pramatang disebabkan fakta bahawa ia tidak menyokong pelepasan dalam dan tarikan arus berterusan.

Lihat labelnya pada bateri. Jika ia adalah Bateri Kitaran Dalam, ia sesuai untuk aplikasi solar, serta penyelesaian sandaran lain seperti UPS dan Sandaran Bateri Seluruh Rumah.

15.18 Pastikan Pengawal Cas Anda Menyokong Bateri Yang Anda Beli.

Pengawal cas solar adalah peranti penting untuk mengekalkan dan mengecas bateri. Walau bagaimanapun, melihat dengan teliti lembaran data pembuatan setiap pengawal cas, ia akan mendedahkan maklumat penting tertentu.

Sesetengah pengawal cas hanya menerima Asid Plumbum Seal, bateri Banjir dan bateri Gel, manakala yang lain melanjutkan ke arah sokongan pada bateri Litium. Sesetengah pengawal cas awal mempunyai fungsi pengesanan automatik dalam pengesanan jenis sel yang betul dan berfungsi dengan sewajarnya, manakala yang lain memerlukan tetapan manual.

Dalam tetapan bateri Asid Plumbum Banjir, pengawal cas akan mempunyai fungsi Selang cas Penyamaan setiap bulan dengan Voltan 14.8V, iaitu Voltan yang lebih tinggi daripada Voltan pengecasan biasa untuk menanggalkan sebarang kristal sulfat pada plat bateri. Ia juga membolehkan pengecasan rangsangan sekitar 14.6V dan pengecasan terapung 13.8V. Bateri Asid Plumbum Banjir mempunyai lubang yang membolehkan gas keluar dari bateri pengecasan, dan oleh itu membenarkan Voltan pengecasan yang lebih kesat.

Dalam bateri Asid Plumbum Tertutup, kerana ia dimeterai rapat tanpa keluar gas, Voltan Pengecasan Penyamaan rendah sedikit pada 14.6V. Voltan pengecasan rangsangan adalah sekitar 14.4V dan Voltan pengecasan terapung pada 13.8V. Bateri Asid Plumbum Tertutup tidak

mengambil Voltan pengecasan yang tinggi dengan baik kerana ia mungkin berisiko meletup.

Dalam Bateri Gel, ia tidak memerlukan penyamaan Voltan pengecasan. Ia membenarkan peningkatan Voltan pengecasan sebanyak 14.2V dan Voltan pengecasan terapung sebanyak 13.8V.

Dalam tetapan pengecasan bateri Litium, ia adalah gergasi yang paling lembut. Oleh kerana tiada asid atau gel dalam bateri, tiada risiko sulfation, mempunyai kadar pengekaln cas yang sangat lama, bateri Litium tidak memerlukan Penyamaan Pengecasan dan Pengecasan Terapung. Apa yang diperlukan ialah Voltan pengecasan rangsangan yang stabil sebanyak 14.4V. Ingatlah untuk membeli bateri Litium dengan Sistem Pengurusan Bateri (BMS) sendiri kerana bateri ini diketahui tahan lama dan menyimpan ketumpatan tenaga yang sangat tinggi, tetapi pengendalian yang tidak betul akan menyebabkan letupan dan kegagalan bateri awal.

15.19 Bergantung Pada Tempat Anda Menginap

Seperti yang kita ketahui bahawa suhu tinggi mempengaruhi fungsi kimia dalam bateri,

menyebabkan rintangan dalaman meningkat dan mengurangkan kapasiti pengecasan. Jika anda tinggal di kawasan terdedah di bawah sifar Celsius semasa musim sejuk, adalah penting untuk mendapatkan pengawal cas yang mempunyai probe pengesan suhu, terutamanya yang boleh dilekatkan pada bateri. Ia akan melaraskan ciri Voltan dan pengecasan bergantung pada suhu bateri untuk mengelakkan pengecasan berkurangan atau pengecasan berlebihan.

Pada suhu musim sejuk di bawah sifar Celsius, membiarkan Bateri Asid Plumbum Banjir dalam keadaan separa cas akan berisiko air di dalam bateri menjadi beku dan menyebabkan kerosakan pada dinding bateri dan plat plumbum (apabila lebih banyak bateri dinyahcas, asid akan menjadi lebih berair dalam ciri, dan air beku akan mengembang dan memecahkan bekas bateri.)

Bateri litium akan berhenti mengecas jika ia berada di bawah sifar Celsius.

Oleh itu, adalah penting untuk mempunyai sekurang-kurangnya penebat yang baik untuk bateri apabila musim sejuk. Peletakan yang baik

akan membolehkan sistem bateri berfungsi sepenuhnya sepanjang musim sejuk.

15.20 Bergantung Pada Nominal Sistem Anda

Nominal Voltan adalah salah satu faktor penting untuk dipertimbangkan semasa storan bateri. Anda boleh menyediakan sistem 6 Volt, 12 Volt, 24 Volt, 48 Volt dan lain-lain, tetapi yang manakah anda perlukan?

Ia pertama bergantung pada beban anda. Jika semua beban anda berkadar 12 Volt (cth. 1Ampu LED dan motor), ia akan menjadi mudah untuk digunakan dengan semua sistem 12 Volt.

Tetapi jika beban anda berkadar 12 Volt tetapi akan memerlukan aliran arus yang besar disebabkan penggunaan kuasa tinggi (watt), atau memerlukan Voltan yang lebih tinggi seperti penggunaan alat penyongsang 12 Volt hingga 120 Volt atau 240 Volt, maka sudah tiba masanya untuk mempunyai bateri sistem yang melebihi 12 Volt. Ingat bahawa tarikan arus yang tinggi akan menghasilkan lebih banyak pelepasan haba dan mengurangkan kecekapan sistem.

Ringkasnya, sistem 12 Volt digunakan untuk aplikasi penggunaan kuasa rendah manakala 24 atau 48 Volt digunakan untuk aplikasi penggunaan kuasa yang lebih tinggi. Sebaik sahaja anda telah menetapkan Voltan nominal yang disasarkan untuk sistem anda, anda kemudian boleh membeli pengawal cas untuk mendapatkan sokongan pada Voltan nominal yang disasarkan.

Bagaimana jika anda mempunyai bank bateri 48 Volt tetapi yang anda ada hanyalah 1Ampu LED 12 Volt? Ianya mudah, cuma dapatkan penyongsang langkah ke bawah untuk menukar 48 Volt kepada 12 Volt.

15.21 Pastikan Anda Tahu Cara Mengekalkan Bateri Anda

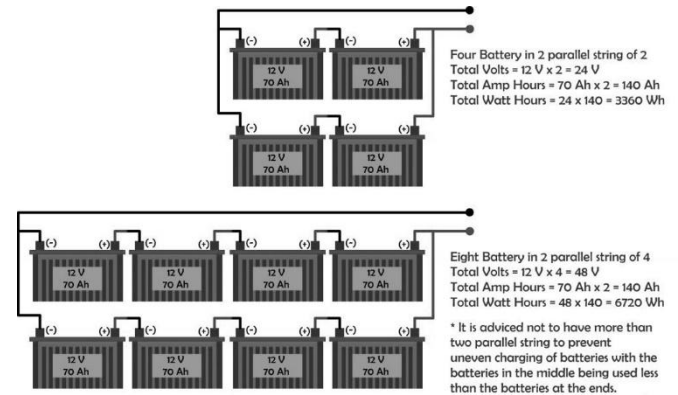
Bateri Asid Jenis Dibanjir (Flooded Lead Acid Battery) perlu diperiksa dengan kerap, sekurang-kurangnya setiap bulan, untuk memastikan ia mempunyai larutan asid yang mencukupi dalam bateri untuk mengelakkan kerosakan plat sel bateri akibat pengeringan, kerana bateri ini membebaskan gas semasa pengecasan, dan seterusnya menyebabkan kehilangan air dari semasa ke semasa. Terdapat alat untuk

mengukur graviti tentu larutan asid dalam bateri dan anda mesti menambah hanya air suling dengan sewajarnya.

Bateri Asid Plumbum Tertutup (Seal Lead Acid battery) dan bateri Gel biasanya mempunyai kurang penyelenggaraan berbanding bateri asid jenis banjir, tetapi sentiasa pastikan kontak fizikal terminalnya adalah bersih dan tiada lapisan minyak atau habuk tebal di permukaan bateri yang boleh mengurangkan penyejukan sel semasa mengecas.

Bateri litium mempunyai penyelenggaraan yang paling sedikit. Mereka boleh bertahan sangat lama di bawah keadaan operasi yang baik.

15.22 Meningkatkan Kapasiti Bateri Anda



Rajah 53: Ini menggambarkan cara meningkatkan bank bateri anda dengan gabungan konfigurasi selari dan rentetan.

Menaikkan penstoran tenaga dengan bateri anda boleh menjadi kerja yang mudah dengan hanya mengikat lebih banyak bateri bersama-sama, tetapi ia juga lebih perlu dipertimbangkan apabila dalam penggunaan bateri melebihi daripada satu dalam sistem anda.

Tidak banyak masalah apabila menggunakan satu baterai, kecuali perlu bimbang tentang kedalaman yang anda perlukan untuk menyahcas baterai dengan memikirkan jangka hayat kitaran baterai.

Jika terdapat dua atau lebih baterai, maka datang bahagian yang rumit. Setiap baterai mempunyai rintangan dalaman mereka sendiri. Ada yang lebih tinggi dan ada yang lebih rendah. Adalah penting untuk menambah dua atau lebih baterai yang serupa bersama-sama, sama ada secara bersiri atau selari. Seperti yang bijak, jangan cAmpurkan baterai baru dan lama bersama-sama kerana rintangan dalaman akan berubah dari semasa ke semasa disebabkan penggunaan bahan kimianya dalam baterai.

15.23 Tentukan Sistem Selari Atau Bersiri

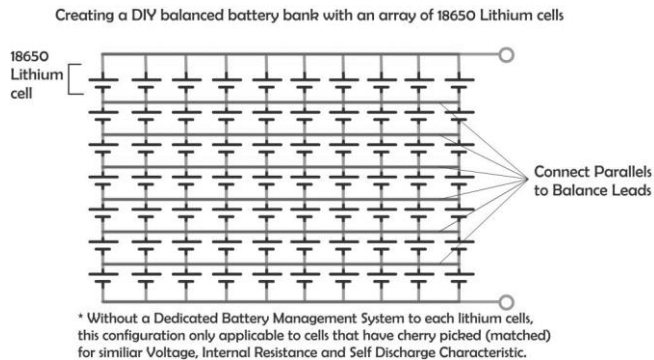
Dalam konfigurasi rentetan, rintangan ditambah dengan setiap baterai tambahan pada rentetan. Ia tidak akan menyebabkan banyak masalah dengan hanya satu rentetan, tetapi apabila anda memikirkan untuk membuat sistem baterai dengan beberapa rentetan selari dalam sistem

yang sama, adalah dinasihatkan untuk tidak melebihi daripada dua rentetan selari.

Walaupun dengan kumpulan yang sama, pengeluar yang sama dan jenis baterai yang sama, rintangan dalaman boleh sedikit berbeza antara satu sama lain, rentetan mereka bersama-sama akan menambah semua rintangan dalaman baterai dalam rentetan itu. Memandangkan dua set rentetan mempunyai rintangan yang sedikit berbeza, dengan meletakkannya bersebelahan secara selari akan menyebabkan lebih banyak aliran arus dalam rentetan rintangan yang kurang (oleh itu bekerja lebih keras), yang seterusnya haus rentetan tertentu dengan lebih cepat, dan merosakkan baterai yang paling banyak berkerja. Dengan mempunyai lebih banyak rentetan selari, semakin banyak isu rintangan yang dimainkan, menyebabkan pengecasan dan pelepasan baterai yang tidak sekata di dalam bank baterai.

Begitu juga, dalam baterai Litium, walaupun banyak baterai berkapasiti yang lebih kecil diletakkan bersama dalam pek dengan biasanya juga diletakkan dalam banyak konfigurasi rentetan selari, yang boleh menjadi lebih daripada dua rentetan selari, terutamanya untuk sistem penyimpanan kapasiti besar, Ia sentiasa

mempunyai Sistem Pengurusan Bateri khusus yang mengawal selia pengecasan dan nyahcas setiap rentetan, membolehkan pengecasan dan pelepasan bateri secara sekata dan dengan itu hayat kitaran yang lebih lama. Walaupun dengan bank bateri DIY “Tesla Powerwall like” dengan banyak bateri litium kecil jenis 18650 (biasa digunakan dalam bateri komputer riba), pemilihan bateri yang teliti yang telah dipadankan dengan rintangan dalaman, ciri nyahcas sendiri dan ciri Voltan adalah satu kemestian.



Rajah 54: Contoh: Skema untuk bank bateri Litium 18650 DIY yang besar. Ingatkan bahawa sebarang salah konfigurasi boleh mengakibatkan risiko kebakaran.

Jika anda benar-benar memerlukan storan elektrik yang lebih tinggi, lebih banyak bateri adalah perlu ditambahkan pada rentetan selari, ini menjadi penting untuk mengambil kira rintangan wayar yang menyambungkan bateri itu sendiri. Semakin panjang wayar, semakin tinggi rintangannya.

Konsep pengecasan baki adalah mudah, untuk memastikan rintangan bagi setiap bateri dalam konfigurasi selari adalah sekurang-kurangnya sama sifatnya antara satu sama lain. Melainkan kita mempunyai banyak bateri untuk menguji setiap bateri untuk mengetahui rintangan dalaman setiap bateri, jika tidak, perkara terdekat seterusnya yang boleh kita lakukan ialah memastikan wayar yang menyambungkan setiap bateri adalah bersifat seimbang dengan baik.

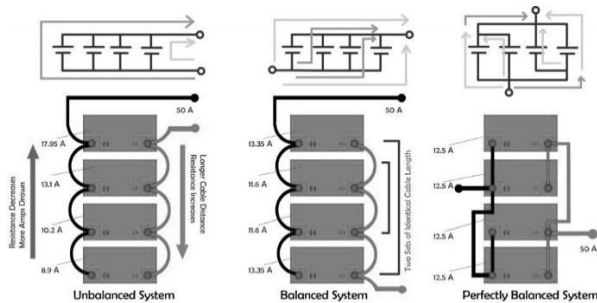
Dalam sistem bateri selari yang tidak seimbang, terdapat berbilang laluan dengan panjang wayar berbeza yang menghubungkan setiap bateri, oleh itu terdapat laluan dengan rintangan paling sedikit (wayar pendek) dan laluan dengan rintangan tertinggi (wayar lebih panjang).

BAB 16: KENALI INVERTERS ANDA

16.1 Memahami Arus Ulang-alik (Alternating Current)

Arus ulang alik gelombang sinus di rumah kita dihasilkan oleh penjana tiga fasa. Dalam penjana elektrik ini, tiga gegelung kumpulan penjanaan elektrik berasingan terdapat dalam stator penjana, yang secara fizikal diimbangi oleh sudut 120° (satu pertiga daripada fasa 360° lengkap) antara satu sama lain. Ketiga-tiga fasa penjana ini menghasilkan tiga gelombang kuasa sinusoidal bebas yang mengimbangi 120° antara satu sama lain. Ia juga dipanggil sistem tiga fasa simetri.

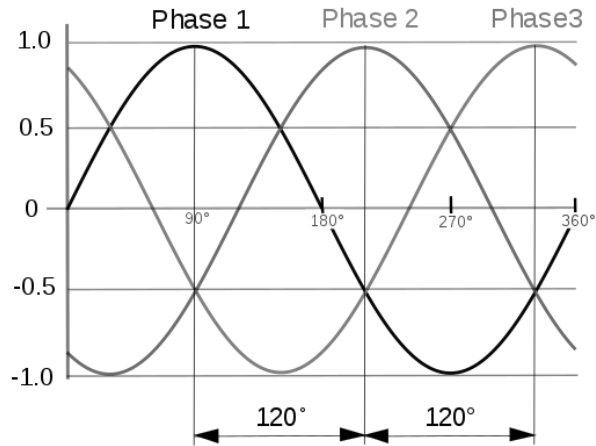
Dalam sistem tiga fasa membekalkan beban seimbang dan linear, jumlah arus segera bagi tiga konduktor adalah sifar. Dalam erti kata lain, arus dalam setiap konduktor adalah sama dalam magnitud dengan jumlah arus dalam dua yang lain, tetapi dengan tanda yang bertentangan. Oleh itu, apabila salah satu fasa berada pada pembelotan positif maksimum $+1.0$, dua yang lain akan menjadi laluan balik -0.5 setiap satu,



Rajah 55: Pendawaian bank bateri yang berbeza dalam konfigurasi selari boleh dikonfigurasi dengan sistem yang tidak seimbang, yang seimbang atau yang seimbang sempurna

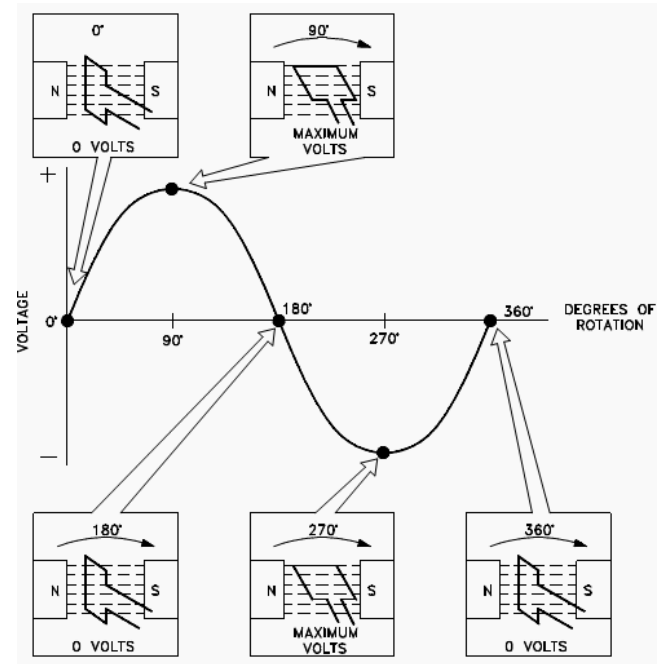
Ini akan menyebabkan bateri pada laluan yang mempunyai rintangan paling rendah yang berkerja lebih banyak daripada bateri yang lain dan memendekkan jangka hayatnya. Dalam sistem yang seimbang, perbezaan laluan diminimumkan dan seterusnya mewujudkan rintangan kabel yang hampir serupa supaya beban kerja tersebar lebih sekata di antara kumpulan bateri.

menjadikan jumlah arus bagi tiga fasa pada bila-bila masa adalah sifar.



Rajah 56: Bentuk gelombang normal bagi Voltan serta-merta dalam sistem tiga fasa dalam satu kitaran dengan masa meningkat ke kanan. Urutan fasa ialah 1-2-3. Kitaran ini berulang dengan kekerapan sistem kuasa. Sebaik-baiknya, Voltan, arus dan kuasa setiap fasa diimbangi daripada yang lain sebanyak 120°. Punca: Wikipedia

Ini membolehkan kurang penggunaan kabel (berbanding dengan satu fasa di mana anda memerlukan dua kabel – fasa dan neutral).



Rajah 57: Putaran gegelung melalui 360° menghasilkan output gelombang sinus AC. Punca: EEP

Bentuk gelombang sinusoidal berkait rapat dengan gelung gegelung dalam medan magnet. Pada kedudukan menegak (0°), gegelung tidak memotong garisan daya magnet, dan oleh itu tiada Voltan teraruh dalam gelung. Apabila gegelung bergerak mengikut arah jam, ia memotong garisan medan magnet dan mendorong aliran arus elektrik positif, dan meningkat sehingga mencapai nilai maksimum apabila gegelung mendatar kepada garisan daya magnet (90°), putaran seterusnya mengikut arah jam akan mempunyai pesongan negatif, pada kedudukan menegak seterusnya (180°), Voltan kembali kepada sifar. Putaran separuh kitaran seterusnya mengikut arah jam ($180^\circ - 360^\circ$) masih akan menghasilkan nilai maksimum seperti separuh pertama, tetapi kekutuban bertentangan disebabkan oleh kedudukan gelung gegelung dan kekutuban medan magnet adalah bertentangan tepat dengan yang pertama separuh ($0^\circ - 180^\circ$). Kitaran ini terus berulang, mencipta arus ulang alik sinusoidal yang kita ketahui.

Tanpa mengira sumber mekanikal untuk penjanaan kuasa elektrik, sama ada turbin hidro atau turbin angin, enjin pembakaran bahan api fosil atau turbin stim, konsep pembinaan penjana

adalah hampir serupa. Pemutar, gelung gegelung dan medan magnet. Sistem yang mudah itu membolehkan penjana yang besar dan cekap dibina. Stesen janakuasa terbesar dunia ialah Empangan Three Gorges dengan tiga puluh dua penjana 700 Mega Watt utama yang berjumlah 22,400 Mega Watt pengeluaran.

Satu faedah utama daripada arus ulang alik sinusoidal ialah keupayaan untuk naik dan turun dengan mudah menggunakan transformer. Ini membolehkan pemindahan tenaga besar-besaran dengan Voltan tinggi tapi Arus Rendah melalui grid kuasa utiliti, mengurangkan kos dengan menggunakan talian wayar elektrik yang lebih kecil dan mengurangkan kehilangan tenaga daripada pelepasan haba. Walaupun selepas beberapa set pengubah, dan perjalanan jarak jauh, bentuk gelombang masih kekal secara berterusan dalam fasa dengan penjana.

Arus ulang alik sinusoidal telah lama diseragamkan pada 50-60 Hertz (Bergantung pada negara, mereka yang menggunakan frekuensi 50 Hz cenderung menggunakan 220-240 V, dan mereka yang menggunakan 60 Hz cenderung menggunakan 100-127 V) telah membentuk pembangunan semua elektronik

moden. Pencahayaan, motor, transformer, penjana dan talian penghantaran semuanya mempunyai ciri-ciri yang bergantung pada frekuensi kuasa. Kebanyakan motor aruhan jenis Commutator isi rumah (cth alatan kuasa, perkakas rumah dll) direka bentuk untuk berfungsi dengan 50-60 Hz. Frekuensi yang lebih rendah juga mempunyai kelebihan kehilangan impedans yang lebih rendah. Penyeragaman membenarkan perdagangan antarabangsa dalam peralatan elektrik.

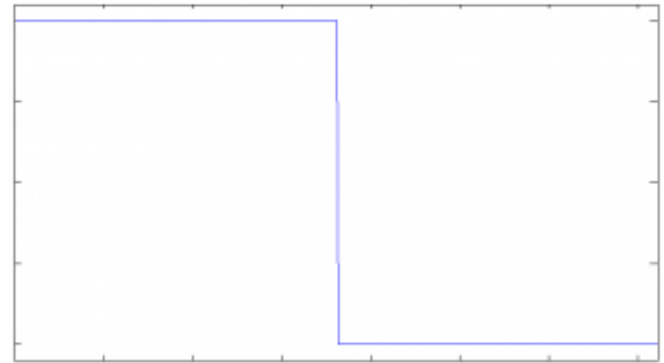
16.2 Memahami Bentuk Gelombang Inverter

Fungsi penyongsang ialah menukar Arus Terus (DC) kepada Arus Ulangalik (AC). Perubahan (langkah naik atau turun, gelombang sinus tulen atau gelombang sinus diubah suai dll.) akan bergantung pada spesifikasi penyongsang. Satu contoh ialah penyongsang kuasa yang mengambil 12 Volt DC daripada bateri anda dan mengeluarkan 230 Volt AC yang serupa dengan grid kuasa utiliti.

Penyongsang boleh menghasilkan gelombang persegi (square wave), gelombang sinus diubah suai (modified sine wave), gelombang sinus

berdenyut (pulsed sine wave), gelombang termodulat lebar denyut (pulse width modulated wave – PWM) atau gelombang sinus (sine wave) bergantung pada reka bentuk litar. Bentuk gelombang yang paling banyak digunakan pada masa kini ialah gelombang sinus diubah suai dan gelombang sinus tulen (pure sine wave). Ini meniru Arus Ulang-alik yang disediakan oleh grid utiliti kuasa, membolehkan penyelesaian sandaran penyepaduan mudah untuk membekalkan peralatan rumah biasa.

16.3 Penyongsang Gelombang Persegi (Square Wave Inverter)



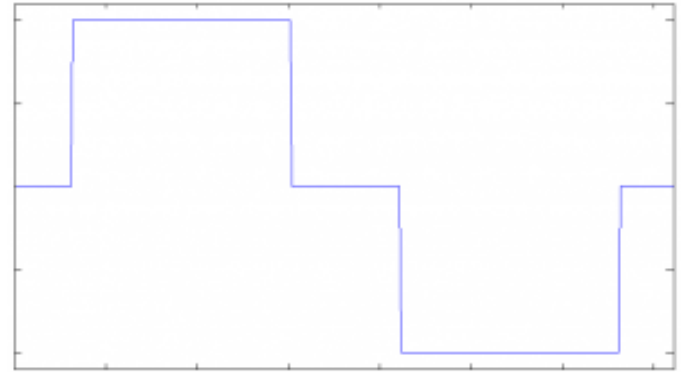
Rajah 58: Gelombang persegi 2 tahap (2-level square wave).
(Punca: Wikipedia)

Penyongsang gelombang persegi menghasilkan arus ulang alik yang berbentuk segi empat sama. Ia melibatkan dua langkah, seperti menukar suis positif dan suis negatif secara alternatif. Ia paling sesuai untuk aplikasi kepekaan rendah seperti pencahayaan dan pemanasan, tetapi tidak sesuai untuk peralatan elektronik dan rumah yang sensitif.

Gelombang persegi dua tahap mempunyai Herotan Harmoni Keseluruhan (Total Harmonic Distortion) ~45%.

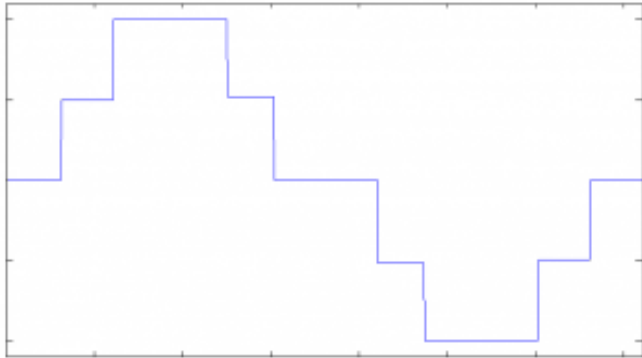
Dalam era digital, gelombang persegi tidak digunakan untuk penjanaan kuasa.

16.4 Penyongsang Gelombang Sinus Diubahsuai (Modified Sine Wave Inverter)



Rajah 59: Gelombang sinus diubah suai 3 peringkat (Punca: Wikipedia)

Untuk menghasilkan gelombang sinus yang lebih hampir menyerupai gelombang sinus, gelombang sinus diubah suai adalah serupa dengan gelombang persegi, tetapi menambah selang sifar Volt (tahap tutup) di antara puncak. Bentuk gelombang menghasilkan bentuk gelombang tiga peringkat dengan selang sifar Volt yang sama; Voltan positif puncak; sifar Volt; memuncak Volt negatif dan kemudian sifar Volt.



Rajah 60: Gelombang sinus diubah suai 5 peringkat (Punca: Wikipedia)

Sesetengah sinus yang diubah suai menghasilkan empat langkah bentuk gelombang dengan menambah satu lagi Voltan perantaraan antara Voltan sifar dan puncak, mewujudkan persamaan yang lebih hampir dengan gelombang sinusoidal sebenar.

Penyongsang gelombang sinus yang diubah suai biasanya murah dan sesuai untuk peralatan yang kurang sensitif seperti mentol pijar dan pemanas.

Namun disebabkan fakta bahawa gelombang sinus yang diubah suai masih tidak setulen gelombang sinus daripada penjana AC, ia masih

boleh menyebabkan masalah dengan elektronik sensitif dan peralatan rumah. Berdengung boleh didengari daripada peralatan audio dan motor elektrik AC untuk perkakas rumah didapati berjalan kurang cekap (disebabkan tork berdenyut – pulsating torques) dan berjalan lebih panas. Gelombang berombak juga mempengaruhi peranti digital, pengawal dengan cip silikon dan terutamanya peranti yang mempunyai kawalan masa. Jumlah herotan harmonik (total harmonic distortion) juga tinggi (6.5-23%).

16.5 Penyongsang Gelombang Sinus (Sine Wave Inverter)

Biasanya dijenamakan sebagai penyongsang gelombang sinus tulen (pure sine wave inverter), penyongsang gred pengguna ini boleh menghasilkan arus ulang-alik yang sangat hampir dengan gelombang sinus grid kuasa yang dijana oleh penjana AC. Ketulenan masih bergantung kepada pengilang, dan selalunya merupakan yang paling mahal berbanding dengan penyongsang gelombang sinus yang diubah suai.

Dengan menambahkan lebih banyak langkah ke dalam modulasi bentuk gelombang, bentuk gelombang akan kelihatan lancar. Walaupun di

bawah pembesaran gelombang, mungkin terdapat sedikit ketidak rata boleh diperhatikan. Untuk melicinkan lagi bentuk gelombang, kapasitor, induktor, penapis resonan dan transformer boleh digunakan. Komponen tambahan ini meningkatkan kos penyongsang.

Ini serupa dengan penukaran digital kepada analog musik audio. Dengan lebih banyak pensampelan, output bunyi analog yang terhasil akan menjadi lebih semula jadi atau hampir dengan sumber asal. Penyongsang gelombang sinus tulen sesuai untuk elektronik dan peralatan sensitif.

16.6 Kegunaan Lain Penyongsang

Penyongsang kuasa biasa menukar arus DC kepada arus AC dengan frekuensi standard pada 50-60 Hz. Walau bagaimanapun, terdapat beberapa penyongsang boleh mengubah output atau output frekuensi pada frekuensi yang lebih tinggi, seperti penyongsang yang digunakan dalam pemampat penyaman udara dan motor dalam peralatan rumah. Menjalankan gelombang sinus yang lancar pada frekuensi yang lebih tinggi boleh menghasilkan kawalan motor yang lebih cekap (terutamanya tanpa berus dan motor aruhan) berbanding kitaran hidup-mati (on-off cycle) secara tradisional.

16.7 Penyongsang Kuasa dalam sistem PV Suria

Melainkan anda menggunakan satu Voltan arus Terus nominal tunggal untuk semua peralatan anda daripada panel PV suria, bateri, pengawal cas dan beban anda..... anda memerlukan beberapa bentuk penyongsang untuk menguruskan perbezaan Voltan dan keperluan arus antara peralatan.

Kebanyakan peralatan elektrik rumah menggunakan arus ulang alik biasa dari grid utiliti kuasa. Perkakas ini mudah didapati dari kedai tempatan, berbanding dengan peralatan yang berfungsi dengan arus terus.

Berdasarkan lampiran pada grid, terdapat penyongsang luar grid (off grid inverter), penyongsang pengikat grid (grid tie inverter) dan penyongsang hibrid (hybrid inverter). Beberapa penyongsang telah dijelaskan dalam bahagian awal di Bab 6: **Kenali Sistem PV Solar Anda.**

16.7 Penyongsang Luar Grid (Off Grid Inverter)

Penyongsang luar grid ialah penyongsang kuasa ringkas yang mengambil arus terus daripada bateri secara terus dan mengeluarkan arus ulang-alik ke beban anda. Mereka biasanya datang dalam kedua-dua jenis, iaitu gelombang sinus diubah suai dan pelbagai gelombang sinus tulen.

Julat kuasa boleh serendah penyongsang 100-Watt sehingga penyongsang 3000-5000 Watt. Penyongsang watt tinggi biasanya akan berfungsi dengan sistem bateri dengan nominal Voltan yang lebih tinggi (cth. 24-48 Volt atau lebih). Sistem bateri nominal Voltan yang lebih rendah akan menghasilkan tarikan arus yang lebih tinggi yang menghilangkan sebahagian tenaga sebagai haba.

Adalah penting untuk menentukan anggaran penggunaan kuasa daripada beban yang anda inginkan sebelum menyambung kepada penyongsang. Penggunaan kuasa lebih daripada kuasa yang ditetapkan oleh penyongsang akan berisiko menjadi terlalu panas dan menyebabkan kebakaran. Juga kendalikan penyongsang dengan berhati-hati kerana keluaran Voltan daripada penyongsang jauh lebih tinggi daripada bateri.

16.8 Penyongsang Berikat Grid (Grid-Tied Inverter)

Penyongsang diikat grid ialah penyongsang yang mengambil arus terus daripada panel PV suria (sama ada dalam konfigurasi rentetan atau selari), dan mengeluarkan arus ulang-alik yang disegerakkan ke talian kuasa rumah anda. Penyongsang jenis ini sangat popular memandangkan kesederhanaan dan kos pendahuluan yang kurang.

Memandangkan Voltan lebih tinggi sedikit dibekalkan ke talian kuasa rumah, perkakas rumah yang aktif akan menggunakan kuasa daripada penyongsang berikat grid terlebih dahulu sebelum mengunnakan kuasa yang selainnya daripada grid. Ini akan mengurangkan jumlah cabutan kuasa daripada grid dan seterusnya mengurangkan bil elektrik bulanan anda. Sekiranya berlaku lebihan kuasa daripada penyongsang pengikat grid, kuasa lebihan akan ditolak semula (atau dijual) ke grid utiliti. Ia dipanggil pemeteran bersih.

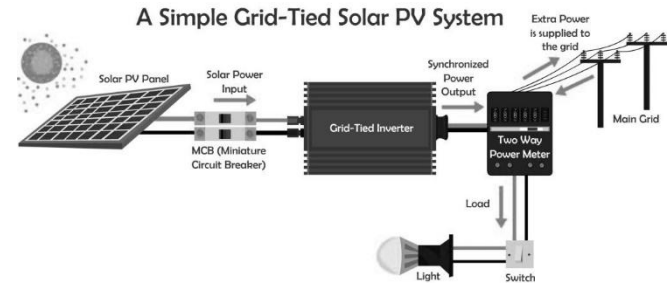
Walau bagaimanapun, kerana tiada bateri ditambahkan ke dalam sistem anda bermakna tiada sandaran tenaga tersedia. Dengan mandat

ciri anti-pulau (anti-islanding) oleh undang-undang untuk mengelakkan kemalangan elektrik kepada pekerja pembaikan wayar semasa bekalan elektrik terputus, keseluruhan sistem dimatikan apabila grid kuasa utama terputus.

Semua penyongsang terikat grid dilengkapi dengan Penjejakan Titik Kuasa Maksimum (Maximum Power Point Trackin – MPPT) untuk memastikan penukaran pada kecekapan tertinggi.

Penyongsang terikat grid boleh datang dengan penarafan kuasa yang berbeza. Bergantung pada output kuasa panel PV solar anda, anda boleh memilih penyongsang Grid-Tied dengan penarafan kuasa lebih tinggi daripada output panel PV solar anda untuk mengelakkan penyongsang terlebih beban.

Penyongsang ini boleh menjadi sangat panas semasa operasi, oleh itu pastikan pengudaraan yang mencukupi tersedia di sekeliling penyongsang.



Rajah 61: Sistem PV Solar Terikat Grid yang ringkas terdiri daripada panel PV Suria dan Penyongsang Terikat Grid. Memandangkan Penyongsang Berikat Grid boleh menyegerakkan output dengan Voltan lebih besar sedikit daripada Voltan grid, beban boleh menggunakan kuasa daripada sistem PV solar terlebih dahulu sebelum grid utama. Jika ada kuasa tambahan ia akan dibekalkan terus ke grid utama.

16.8 Penyongsang Hibrid (Hybrid Inverters)

Bagaimana jika anda mempunyai penyongsang terikat grid yang menjana kuasa tambahan kepada grid sementara masih mempunyai sandaran elektrik sendiri melalui sistem bateri yang membolehkan anda menghidupkan peralatan kritikal anda sekiranya berlaku masa terputus daripada grid kuasa utama? Memperkenalkan Penyongsang Hibrid atau biasa

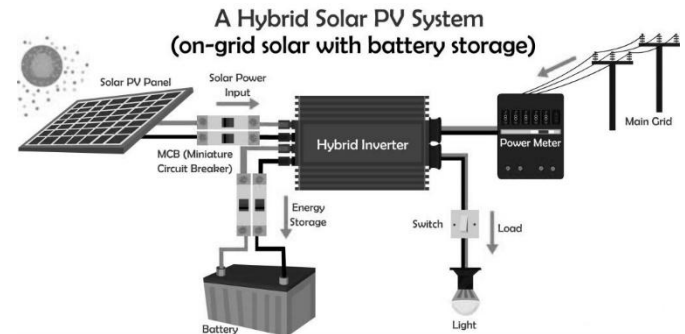
dikenali sebagai inverter on-grid dengan storan bateri. Perkahwinan antara sistem luar grid dan on-grid.

Penyongsang hibrid ialah peralatan yang lebih maju dan pintar yang berfungsi sebagai rumah pengawal untuk keempat-empat sektor daripada panel PV solar penghasil kuasa, sistem storan Bateri, peralatan Rumah Bersambung (Beban) dan grid kuasa. Ia biasanya datang dalam kuasa tinggi seperti penyongsang 1KW – 20Kw dengan pengawal mikro untuk mengawal penghantaran kuasa antara sektor.

Dengan penyongsang hibrid yang baru, anda boleh menetapkan kelompok peralatan kritikal (yang harus dihidupkan sepanjang masa seperti peti sejuk, komputer, sistem rangkaian, pencahayaan kritikal dll) yang diasingkan daripada beban kerja bukan kritikal lain seperti TV, Mesin basuh, Penghawa dingin, Lampu Luar dan lain-lain. Pengasingan beban kerja kritikal dan tidak kritikal akan membolehkan penalaan halus penyelesaian sandaran anda dan memanjangkan hayat bateri. Ia tidak melindungi anda daripada pemadaman grid kuasa yang berlanjutan lama melainkan terdapat sumber

kuasa sekunder yang lain seperti penjana elektrik sandaran.

Kelemahan sistem ini ialah kos. Penyelesaian hibrid adalah mahal.



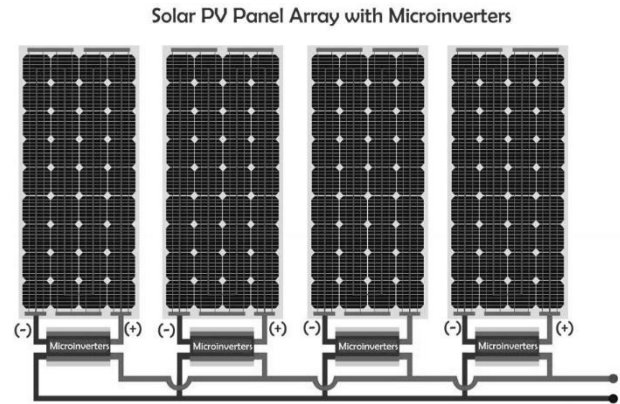
Rajah 62: Sistem PV solar hibrid juga merupakan sistem suria atas grid dengan storan bateri. Terdapat beberapa varian sistem hibrid. Pada asasnya bateri boleh dicas melalui solar atau dari grid dan membekalkan kepada beban apabila diperlukan.

16.9 Penyongsang Mikro (Micro Inverters)

Penyongsang Mikro meletakkan sistem penukaran kuasa pada setiap panel.

Penyongsang mikro ialah penyongsang kecil yang dipasang pada bahagian belakang panel PV suria, atau penyongsang di tapak yang berfungsi sebagai penyongsang pengikat grid di peringkat panel yang bebas antara satu sama lain. Penyongsang mikro disambungkan ke kabel biasa yang disambungkan ke grid kuasa.

Faedah utama penyongsang mikro ialah, pengoptimuman tahap panel. Memandangkan setiap penyongsang mikro dilekatkan pada setiap panel PV solar, oleh itu ia boleh melakukan pada kapasiti maksimum mereka tanpa mengira keadaan panel seterusnya. Adalah penting untuk ambil perhatian bahawa teduhan separa satu panel akan mengurangkan kecekapan keseluruhan rentetan yang sama dalam penyongsang rentetan.



Rajah 63: Konfigurasi tipikal tatasusunan PV suria dengan mikroinverter.

Kesan teduhan separa dijelaskan di Bab 10: **Ketahui kesan teduhan separa.**

Penyongsang mikro dilengkapi dengan Penjejakan Titik Kuasa Maksimum (MPPT) untuk meningkatkan kecekapan penjanaan kuasa solar.

Namun, satu masalah, memandangkan penempatan penyongsang mikro kebanyakannya berada di belakang panel solar, penyelenggaraan penyongsang mikro yang rosak boleh menjadi rumit terutamanya di bahagian atas bumbung

dan kawasan yang sukar diakses, di mana panel PV solar perlu ditanggalkan terlebih dahulu untuk mendedahkan Penyongsang Mikro.

16.10 Pengoptimum (Optimizers)

jika penyongsang Mikro hendak menukar Arus Terus daripada keluaran panel PV suria kepada Arus Ulang Alik yang membekalkan grid kuasa utama, maka Pengoptimum ialah penukar DC ke DC yang mempunyai fungsi MPPT untuk mengoptimumkan setiap panel PV solar.

Peranti kecil ini disambungkan kepada panel PV suria untuk mengoptimumkan setiap panel secara bebas dengan Penjejakan Titik Kuasa Maksimum, mengeluarkan Arus Terus malar ke dalam kabel biasa yang akhirnya akan berakhir dengan penyongsang biasa. Faedah utama pengoptimum adalah untuk mencapai pengoptimuman tahap panel dan mengurangkan kesan teduhan separa pada tatasusunan PV solar.

Ia mempunyai jangka hayat yang lebih baik daripada penyongsang mikro kerana hakikat bahawa pembinaan Pengoptimum adalah lebih mudah daripada penyongsang Mikro. Lebih banyak komponen, lebih banyak titik kegagalan. Dengan penambahan komponen penyongsang

dalam setiap unit penyongsang mikro, kos peralatan meningkat.

Penukaran utama Arus Terus Voltan rendah kepada Arus Ulang-alik Voltan yang lebih tinggi dikendalikan oleh Penyongsang Pusat di lokasi yang lebih sejuk yang berasingan. Penyongsang boleh mengeluarkan jumlah haba yang ketara semasa penukaran kuasa aktif, yang boleh menjadi 3-6% daripada kuasa yang hilang sebagai haba. Penyongsang mikro di belakang panel PV solar di bawah matahari musim panas yang terik perlu lebih menderita. Yup, isu utama ialah panas.

Pengoptimum mempunyai kecekapan yang lebih besar 98-99% daripada penyongsang Mikro 93-96%. Walau bagaimanapun, jika kecekapan Pengoptimum adalah faktor dalam penyongsang pusatnya, ia akan menurun sedikit disebabkan oleh kecekapan penyongsang pusat itu sendiri. Oleh itu kecekapan sistem penyongsang Mikro dan pengoptimum dengan penyongsang pusat adalah hampir sama.

Walaupun bagaimanapun, pengoptimum bukan tanpa keburukan. Output pengoptimum masih

tertakluk kepada keadaan kabel, jarak dan rintangan sebelum mencapai penyongsang pusat.

16.11 Memilih Inverter

Apabila memilih penyongsang yang sesuai, sama ada penyongsang off grid atau grid tie, anda mesti sentiasa memastikan ia serasi dengan beban yang anda gunakan. Beri perhatian kepada Voltan, Amperage dan kriteria kuasa pada helaian hAmparan pembuatan peranti. Ada yang mempunyai nilai Voltan dan watt optimum manakala sesetengahnya akan menyatakan tahap maksimum yang boleh diterimanya. Penyongsang yang terlalu diguna kuasanya akan berisiko menjadi terlalu panas, kebakaran dan kegagalan peranti awal.

Komponen kritikal seperti litar bersepadu, kapasitor dan mosfet akan gagal lebih awal apabila menghadapi Voltan atau arus yang lebih tinggi daripada yang disyorkan.

Dalam sistem off grid, apabila penyongsang disambungkan kepada bateri, pastikan bateri boleh menghasilkan Voltan dan arus yang mencukupi yang ditetapkan pada penyongsang. Sesetengah bateri mempunyai nilai Amperage

berterusan dan Amperage puncak yang berbeza. Menyahcas bateri secara berterusan pada arus puncaknya akan memberi kesan pada jangka hayatnya, terutama akan berlaku sulfation dalam bateri asid plumbum jenis dibanjir.

Ingat apabila bateri telah nyahcas, Voltan akan menjadi lebih rendah dan ia perlu mengalirkan lebih banyak arus untuk mengimbangi penggunaan kuasa.

Pengiraan beban adalah sangat penting untuk penyongsang luar grid. Jangan pasang peranti suria yang akan menghasilkan lebih banyak kuasa daripada apa yang boleh ditukar oleh penyongsang. Jika anda mempunyai peranti suria 1000W, anda perlu menyambung kepada penyongsang yang mampu menggunakan kuasa lebih daripada 1000W, lebih baik penyongsang 1200Watt dan ke atas, jika anda mengambil kira kecekapan penukaran 85-95%. Pada cabutan kuasa tinggi, penyongsang akan berjalan lebih panas dan seterusnya kehilangan tenaga yang ketara melalui haba.

Dalam penyongsang pengikat grid, nilai keluaran panel PV suria dipertimbangkan. Pertimbangan penting kepada Voc (Voltan semasa litar terbuka)

dan Isc (Arus semasa litar pintas). Ini akan menjadi nilai yang diambil sebagai maksimum yang boleh ditolak ke arah penyongsang anda. Di kawasan yang lebih sejuk seperti kawasan rawan musim sejuk, pertimbangan tambahan untuk memastikan Voc yang diperbetulkan dikaitkan dengan suhu untuk mengelakkan risiko lebih Voltan kerana panel PV suria akan menghasilkan Voltan yang lebih tinggi pada suhu yang lebih sejuk di bawah keadaan ujian standard 25 darjah Celsius.

Jika anda menyambungkan panel PV suria secara bersiri, Voc akan menambah. Jika anda menyambungkan panel PV suria secara selari, Isc akan bertambah. Pastikan penyongsang pengikat grid yang disambungkan boleh mengendalikannya.

BAB 18: KETAHUI JANGKA HAYAT DAN PENYELENGGARAAN PV SOLAR ANDA

Mengetahui berapa lama jangka hayat sistem PV solar adalah perkara yang sangat subjektif kerana ia mungkin melibatkan peranti daripada pengeluaran yang berbeza dan kualiti yang berbeza telah dijamin. Walau bagaimanapun, berapa lama setiap komponen bertahan bergantung pada jaminannya.

18.1 Waranti

Waranti ialah janji daripada pengilang atau penjual pada produk bahawa kualiti atau jangka hayat produk akan dipenuhi, dan dalam keadaan (dinyatakan) jika produk tidak memenuhi syarat waranti, ia biasanya boleh dipulangkan, dibaiki. atau diganti. Kebanyakan waranti meliputi satu hingga lima tahun manakala sesetengahnya mungkin berlanjutan sehingga sepuluh tahun. Jika sesuatu produk mempunyai jaminan yang lama, ia biasanya terjamin dan memberikan ketenangan fikiran kepada pengguna akhir yang menggunakan produk tersebut. Waranti boleh

dibatalkan jika pemubahsuaian yang tidak dibenarkan atau cari penggunaan produk yang salah daripada cara yang disyorkan.

Sesetengah kes terdapat terma khusus seperti waranti penuh dan waranti terhad telah digunakan.

Waranti penuh (Full Warranty) memerlukan pengilang atau syarikat untuk membaiki atau menggantikan produk yang rosak dalam tempoh jaminan tertentu. Ada kalanya ia akan mempunyai klausa kecil bahawa ia meliputi kecacatan pembuatan dan mungkin tidak termasuk haus dan lusuh biasa produk. Ia boleh datang dengan varian waranti seumur hidup di mana “masa hayat (Life time)” akan merujuk selagi pemilik memilikinya atau produk sehingga ia dihentikan oleh pengilang.

Waranti terhad (Limited Warranty) biasanya bermaksud perlindungan waranti pada bahagian tertentu sahaja, tidak termasuk caj buruh dan caj lain apabila dibaiki. Biasanya seperti motor atau induktor dan lain-lain. Biasanya waranti terhad adalah tempoh yang lebih lama dan hanya melibatkan bahagian yang sangat spesifik dan kritikal. Oleh itu, adalah penting untuk membaca

pada cetakan halus manual pengilang untuk memahami syarat jaminannya.

Penyongsang, pengecas dan bateri semuanya mempunyai tempoh jaminan yang berbeza. Biasanya penyongsang mempunyai waranti satu tahun hingga sepuluh tahun bergantung kepada pengilang.

18.2 Waranti Panel Pv Solar

Bagi panel PV solar, jaminan biasanya lebih lama daripada produk elektronik pengguna standard yang lain. Sel PV solar merosot dari semasa ke semasa, tetapi pada kadar yang stabil. Terdapat panel PV solar yang dihasilkan lebih daripada 40 tahun yang lalu dan masih berfungsi, tetapi kecekapan pengeluaran sel berkurangan.

Memandangkan panel PV solar ialah pelaburan berbilang dekad yang boleh memacu nilai jangka panjang, oleh itu adalah penting untuk melihat dengan teliti jaminan anda. Dalam panel solar PV, terdapat dua jenis waranti: Waranti produk atau peralatan (Product or equipment warranty) dan Waranti Prestasi (Performance Warranty).

Waranti produk (atau waranti produk terhad) akan melindungi kegagalan peranti akibat

kecacatan pembuatan dalam tempoh tertentu selepas pemasangan, dan waranti jenis ini boleh berbeza bergantung pada pengilang, ada yang menawarkan waranti produk lima hingga sepuluh tahun. Jenis kerosakan khusus adalah bergantung pada syarat, yang mungkin tidak meliputi kesalahan pengguna yang menyebabkan panel gagal sebelum waktunya.

Waranti prestasi (atau jaminan kuasa terhadap) sebaliknya, ialah jaminan berdasarkan prestasi sel PV solar. Dalam kebanyakan kes, ini bermakna pengeluaran elektrik yang terjamin, biasanya pada 90% daripada keluaran kuasa terkadar selama 10 tahun, dan 80% daripada keluaran kuasa terkadar selama 25 tahun (semuanya berdasarkan keadaan ujian standard). Jika panel PV suria merosot lebih cepat daripada jangkaan, maka bergantung pada syarat, anda boleh mendapatkannya dibaiki atau diganti.

Membandingkan jaminan produk dan prestasi, jika PV solar gagal atau tidak berfungsi, ia berada di bawah jaminan produk, namun jika kecekapan jatuh di bawah prestasi yang dijangkakan tetapi masih berfungsi, ia berada di bawah jaminan prestasi.

Ambil perhatian tentang item yang diimport kerana produk tertentu mungkin perlu menghantar item itu kembali kepada pengilang asal agar pembaikan atau pertukaran dilakukan, yang mana pengguna akhir akan menanggung kos penghantaran sepenuhnya.

18.2 Pendebatan Waranti Solar

Terdapat juga pendebatan mengenai jaminan solar yang mungkin tidak diketahui oleh sesetengah pihak. Syarikat solar menawarkan waranti yang panjang untuk memberikan ketenangan fikiran, tetapi terdapat cache dan manual yang ketat mengenai kriteria pemasangan yang perlu dipatuhi, agar jaminan itu sah.

Hanya gunakan Pemasang Suria yang dibenarkan dan juruteknik bertauliah untuk mengendalikan panel halus semasa pemasangan dan pembaikan.

Saiz modul solar yang sesuai. Mempunyai terlalu banyak panel akan berisiko lebih tinggi untuk melepasi tahap Voltan atau arus yang disyorkan kilang dan risiko kegagalan pramatang. Pemasang solar yang sah akan mengetahui cara yang betul untuk mensaiz sistem PV solar anda.

Pastikan panel anda mempunyai pembumian dan cara pembumian yang betul. Memasang panel PV solar pada tanah lembut tidak bertetulang mempunyai risiko membatalkan waranti. Pembumian panel yang betul adalah penting kerana lonjakan sesat daripada ribut petir boleh merosakkan panel anda.

Pastikan anda mempunyai pengapit dan rel yang betul telah digunakan dengan panel anda. Pengapit dan rel yang salah boleh menyebabkan kerosakan struktur dan hakisan galvanik, yang membawa kepada kegagalan peralatan awal.

Mempunyai panel PV suria dipasang dalam persekitaran garam dan kimia tinggi, cth. kilang kimia atau berhampiran laut air masin, mungkin membatalkan jaminan anda kerana sifat menghakis bahan kimia dan air masin. Semak syarat jaminan pengilang untuk mendapatkan butiran lanjut.

Walaupun semuanya dilakukan dengan betul, pastikan anda mempunyai panel anda daripada syarikat atau pengilang yang bereputasi. Anda akan terkejut bahawa berapa banyak syarikat PV solar telah berkembang sepanjang dekad yang lalu semasa gembar-gembur solar. Kami tidak

pasti berapa banyak yang masih wujud selepas 25 tahun jaminan yang diiktiraf.

Syarikat-syarikat besar yang mapan yang telah pun bertahan dalam percubaan masa yang telah menghasilkan kepelbagaian elektronik pengguna selama lebih daripada 50 tahun berada pada kedudukan yang lebih baik dan akan lebih pasti akan masih dalam perkhidmatan 25 tahun kemudian. (yup, beberapa syarikat elektronik pengguna yang terkenal sudah pun menyertai gembar-gembur solar.)

Sesetengah syarikat akan mempunyai panel mereka dilindungi oleh insurans yang dilampirkan, supaya walaupun syarikat itu gagal dan tidak lagi wujud kemudian, tempoh jaminan masih dilindungi oleh insurans.

Jadi adakah panel PV solar yang diimport yang tidak mempunyai waranti atau waranti terhad selama 1 tahun akan menjadi pilihan yang tidak baik? Ia bergantung. Panel murah ini masih menghasilkan kuasa yang mencukupi dan boleh didapati pada harga yang sangat rendah. Ia mungkin masih bertahan sedekad atau lebih dan anda masih akan mendapat pulangan anda dari semasa ke semasa, tetapi panel sedemikian

biasanya tidak berbaloi untuk dibaiki (kos penghantaran dan kos penggantian akan melebihi harga mendapatkan panel baharu.) – ini juga terpakai kepada mana-mana produk elektronik pihak ketiga kos rendah yang lain, di mana anda kadangkala tidak peduli jika ada jaminan atau tidak. Memang Tidak baik untuk alam semula jadi.

Satu lagi perkara untuk tertanya-tanya. Memandangkan teknologi suria telah berkembang dari zaman ke zaman, teknologi yang lebih baharu dengan panel kecekapan yang lebih tinggi akan dilancarkan setiap tahun, harga sel suria menurun setiap tahun, lama kelamaan anda sebenarnya boleh menemui lebih murah untuk membeli panel baharu berbanding membaiki panel lama. Ini membuatkan semua orang berfikir, adakah perbelanjaan masa depan yang lebih membuktikan pelaburan anda? baik, hanya sehingga tempoh tertentu. Walaupun televisyen CRT diikat dengan jaminan 100 tahun, ia masih tidak masuk akal, kerana selepas dua dekad ketersediaannya dikomersialkan, ia menjadi peninggalan masa lalu, digantikan dengan televisyen berkualiti lebih baik dan lebih murah

dengan teknologi LCD, LED yang lebih baru, OLED dsb.

18.3 Waranti Pemasangan

Waranti pemasangan bergantung kepada syarikat yang memasang keseluruhan sistem PV solar. Sesetengah syarikat akan menawarkan waranti 1 tahun hingga 5 tahun bergantung kepada syarikat. Ia akan memberi anda ketenangan fikiran.

Waranti pemasangan adalah penting kerana anda akan tahu siapa yang perlu didekati apabila isu dibangkitkan. Anda pasti bahawa orang seterusnya yang cuba membaiki sistem PV solar anda yang mahal adalah daripada syarikat yang sama yang mengetahui sistem dengan baik. Bergantung pada terma, Sesetengah akan menanggung kos penuh kerja-kerja pembaikan di tapak dan ada yang akan mengenakan bayaran tambahan untuk kerja pembaikan tetapi menawarkan pertukaran dan penggantian peranti secara percuma.

Perlu diambil perhatian bahawa kadangkala syarikat mengupah pihak ketiga untuk pemasangan, yang biasanya mempunyai perlindungan jaminan pemasangan yang lebih

rendah. Waranti pemasangan yang lebih tinggi akan ditawarkan oleh syarikat yang memiliki barisan pengeluaran yang dibenarkan untuk memasarkan kepada pemasangan, tetapi biasanya datang dengan kos pendahuluan yang lebih tinggi.

Ingat bahawa jika anda memanggil pemasang pihak ketiga yang lain ke sistem PV solar anda yang masih dalam pemasangan-waranti, waranti pemasangan asal akan terbatal jika didapati melakukan pengubah suaian atau pengendalian yang tidak dibenarkan.

Selepas tempoh jaminan pemasangan, anda boleh mempunyai pilihan untuk mempunyai syarikat yang sama untuk terus menyelenggara sistem anda dengan menanggung kos penuh, atau anda boleh meminta pihak ketiga lain yang anda gunakan selepas memahami risikonya. Ingat, juruelektrik bertauliah Solar sentiasa lebih mahal daripada juruelektrik biasa.

Ketahui apa yang boleh gagal dalam sistem anda

Mengetahui perkara yang boleh gagal dalam sistem anda akan menyediakan anda dengan lebih baik dalam mengoptimumkan jangka hayat

sistem anda. Ia juga terpakai kepada kebanyakan peranti elektronik pengguna.

“apa sahaja yang akan menjadi salah, akan menjadi salah” adalah salah satu daripada Undang-undang Murphy yang terkenal. Jangka hayat mana-mana item akan bertahan melainkan ada masalah.

Malah mereka yang menjamin sistem bebas penyelenggaraan masih layak untuk menjalani pemeriksaan visual minimum setiap 6 bulan atau setiap tahun. Anda masih boleh memaklumkan perkhidmatan masing-masing apabila anda melihat apa-apa yang tidak normal dalam sistem anda, sebelum kerosakan menjadi meluas.

18.4 Panel PV Solar

Apa yang boleh berlaku salah dengan Panel PV Solar?

Panel solar PV terdiri daripada bingkai sokongan, kaca lutsinar depan, sel PV solar, Panel belakang sokongan di belakang sel PV solar.

Rangka penyokong boleh berkarat dan rosak dari semasa ke semasa, terutamanya pada tempat yang senang di lupakan seperti pemasangan atas bumbung. Kebanyakan bingkai dibuat dengan

bingkai aluminium anodisasi yang bertahan selama bertahun-tahun, tetapi meletakkan logam atau bahan lain hanya bersentuhan dengan aluminium boleh menyebabkan hakisan galvanik dalam masa yang lama. Dalam bingkai tertentu yang mempunyai saluran yang lemah, pengumpulan lembap yang berpanjangan boleh menjejaskan pinggir bingkai. Kesannya? melemahkan bingkai yang menyebabkan kebocoran air ke sel PV solar.

Malah kaca bahagian hadapan adalah keras dan boleh menahan matahari dan hujan bertahun-tahun, tetapi zarah lain yang tidak diundang boleh memberi kesan pada kaca, seperti pasir dan habuk. Selalunya permukaannya bersih dengan air hujan, tetapi di kawasan yang terdedah kepada ribut pasir, hujan batu dan ribut hujan lebat, sentuhan visual yang kerap dengan panel anda adalah langkah yang lebih baik kerana anda tidak pernah tahu bila terlalu banyak ribut pasir telah menyebabkan permukaan panel anda menjadi kotor atau kasar disebabkan serpihan terbang yang tidak diingini telah mengenai panel anda menyebabkan keretakan mikro. Di kawasan yang sangat lembap dan mempunyai hujan yang berterusan setiap hari, kadangkala pastikan tiada

lumut tumbuh pada panel. Ambil perhatian tentang kesan teduhan separa. Pemeriksaan rutin setengah tahun pada panel dan pemeriksaan selepas ribut pasir lebat atau ribut hujan sudah memadai untuk mengesan sebarang panel yang gagal.

Sel PV solar adalah dikepit rapat di antara kaca hadapan dan lapisan belakang. Panel yang baik akan memastikan ia kedap udara dan air. Walau bagaimanapun, sekiranya panel rosak atau lemah, udara dan air boleh memasuki ke dalam sel Solar PV menyebabkan pengoksidaan yang tidak diingini pada sel dan konduktor elektrodnya, menyebabkan peningkatan rintangan dan mengurangkan prestasi. Perhatikan sebarang artifak, bintik dan karat baharu di seluruh panel untuk mengetahui panel yang gagal. Jika bintik panas berlaku pada panel anda, ia boleh menyebabkan pemanasan sel tertentu di satu tempat (titik panas) yang boleh merosakkan kaca dan substrat belakang. Titik panas tidak boleh diabaikan kerana ia menjejaskan kecekapan keseluruhan panel kerana titik panas menunjukkan sel rosak, pematerian lemah atau kawasan rintangan tinggi yang tidak normal.

Begitu juga dengan bahagian belakang panel PV solar. Periksa untuk sebarang keretakan akibat kitaran haba dan sejuk sepanjang hari. Cari tanda melecur yang menunjukkan kawasan bintik panas.

18.5 Wayar dan Penyambung

Wayar bukan barang yang diletakkan dan dilupakan. Wayar luar boleh menahan haba dan hukuman UV, tetapi periksa setiap tahun untuk mengesan sebarang wayar dan penyambung yang rosak.

Perhatikan keretakan atau pengelupasan yang tidak normal pada penambat luar. Terutama apabila wayar berada dalam ketegangan, seperti pada selekoh yang ketat atau telah taut dengan ketat, wayar boleh gagal dari semasa ke semasa.

Penyambung tidak boleh dilupakan. Periksa sebarang tanda haus dan lusuh akibat haba dan kerosakan UV. Periksa sama ada penyambung masih dipegang dengan kuat. Periksa sama ada terdapat tanda penyambung yang gagal seperti pengembangan dan retak akibat kebocoran lembap yang menyebabkan karat pada sentuhan logam dalaman. Ingat setiap penyambung adalah titik kegagalan. Penyambung yang gagal akan

meningkatkan rintangan dan mengurangkan kecekapan keseluruhan pemindahan elektrik.

18.6 Pemutus Litar Miniatur

Pemutus litar miniatur (MCB) akan memegang fungsi penting untuk menghentikan aliran arus apabila arus yang mengalir melebihi arus yang ditetapkan.

Tiada banyak yang boleh anda lakukan daripada penyelenggaraan pemutus litar, tetapi masih bernilai pemeriksaan visual. Anda tidak akan tahu bila salah satu pemutus litar pada panel PV tunggal telah tersandung sehingga anda menyedarinya selepas beberapa ketika.

Pemutus litar yang tersandung bermakna terdapat keabnormalan dalam aliran semasa. Periksa peranti yang disambungkan kepadanya, mungkin ia panel PV solar, penyongsang atau bateri. Pemutus yang kerap tersandung bermakna anda mungkin mempunyai MCB dengan nilai arus yang lebih rendah daripada yang dihasilkan/digunakan oleh peranti anda, atau anda mempunyai peranti yang rosak yang terputus. Peranti yang rosak memerlukan tindakan segera untuk mengelakkan litar pintas dan kerosakan selanjutnya pada sistem.

Anda mungkin tidak tahu bahawa anda telah menutupkan MCB kepada panel tertentu semasa penyelenggaraan terakhir dan hanya menyedarinya selepas beberapa ketika apabila tertanya-tanya kecekapan sistem mula merosot selepas penyelenggaraan terakhir.

18.7 Penyongsang Dan Pengawal Cas

Penyongsang (semua jenis termasuk grid tie dan off grid) dan pengawal cas mempunyai komponen elektronik khusus di dalamnya. Komponen utama ialah kapasitor dan kuasa mengawal Mosfets.

Kapasitor mempunyai fungsi untuk menyimpan sejumlah kecil elektrik (Kapasitansi) dan mempunyai peranan untuk melancarkan lonjakan kecil, gandingan dan penyahgandingan, penyaman kuasa, pengayun, penapis isyarat dan lain-lain bergantung kepada jenis. Kapasitor mempunyai jangka hayat terhad atau kadar kegagalan masa purata. Kapasitor murah (jenis lama) akan bocor atau penutup pecah atas penggunaan berpanjangan dalam persekitaran yang tidak optimum, lebih Voltan atau lebih arus. Oleh itu, pastikan persekitaran tempat peralatan ini berfungsi tidak mempunyai

pengudaraan yang buruk atau haba yang meluas, terutamanya pada hari musim panas yang panas.

Juga pastikan bahawa Voltan maksimum (Voc) dan arus (Isc) daripada panel PV suria tidak melebihi kapasiti dan had peranti yang disambungkan kepadanya, oleh itu dalam iklim yang sangat sejuk, keluaran Voltan daripada panel mungkin melebihi apa yang telah dinilai pada panel (kerana panel hanya diuji pada keadaan ujian standard, bukan cuaca yang sangat sejuk).

MOSFET mengawal kuasa adalah salah satu komponen penting dalam mengawal Voltan dan arus yang betul dalam litar. Semakin tinggi kuasa yang dipindahkan, semakin tinggi arus, semakin tinggi haba yang telah dilesapkan oleh mosfet. Semikonduktor halus ini biasanya digandingkan dengan sinki haba yang menghilangkan haba untuk mengelakkan terlalu panas dan “terbakar”. Pastikan peralatan anda mempunyai pengudaraan yang baik. Pastikan lubang udara ke dalam dan kipas sistem anda tidak disekat atau dipenuhi dengan habuk.

Penyongsang kuasa yang lebih tinggi dan pengawal cas mungkin menampulkan sink haba

luaran, sink haba ini perlu diselenggara untuk pelepasan haba yang optimum. Sebarang habuk atau minyak atau gris pada permukaan boleh mengurangkan prestasinya. Pastikan kipas pengudaraan pada peranti ini masih berfungsi selepas bertahun-tahun diservis kerana habuk mungkin terperangkap dalam aci dan gelas yang mengurangkan kecekapan motor kipas. Sekurang-kurangnya setiap tahun atau dua kali setahun membersihkan bilah kipas pengudaraan untuk mengelakkan salutan habuk tebal pada bilah kipas.

Untuk mengelakkan kejutan semasa penyelenggaraan peranti ini, sentiasa pastikan sistem dimatikan melalui pemutus litar mini. Panel PV suria yang berfungsi secara aktif dalam siri panjang boleh mempunyai Voltan yang mencukupi untuk menyebabkan kejutan pada tangan bogel. Kadangkala kapasitor dalam peranti ini masih memegang cas selepas memutuskan sambungan, oleh itu mengendalikan semua peranti ini dengan berhati-hati. Penyongsang pengikat grid mesti diputuskan daripada sesalur kuasa semasa menservis.

Memandangkan peranti halus ini datang dengan risiko bahaya kejutan elektrik, pastikan anda

tahu apa yang anda lakukan atau dapatkan juruelektrik profesional bertaualiah untuk melakukan kerja itu, terutamanya jika anda mempunyai tatasusunan PV solar yang sangat besar yang dinilai melebihi kilo watt pengeluaran tenaga. Penyelenggaraan yang tidak betul juga boleh membatalkan waranti peranti anda.

18.8 Bateri

Bateri ialah bahagian yang sangat penting dalam sistem PV suria luar grid dan sistem suria hibrid. Bateri besar ini juga tidak boleh diletakkan dan dilupakan kerana ia akan menentukan sejauh mana ia boleh menyimpan tenaga anda yang dijana untuk digunakan pada masa diperlukan. Bateri yang tidak dapat mengecas dengan baik akan bermakna seperti tiada bateri. Penyelenggaraan bateri yang lemah akan membawa kepada jangka hayat bateri yang lebih pendek.

Kebanyakan bateri pada masa kini akan menjadi bebas penyelenggaraan. Tetapi mereka tidak boleh dilupakan. Habuk dan minyak lebih masa boleh menutup permukaan luar bateri dan mengurangkan pelepasan haba yang berkesan semasa beroperasi.

Sulfaksi dalam masa yang lama mungkin terkumpul dalam bateri asid plumbum, menyebabkan penurunan dalam prestasi bateri. Periksa sama ada pengawal cas anda mempunyai fungsi untuk menyahsulfakkan lapisan kristal sulfak atau sesetengahnya anda memerlukan peranti penyahsulfaktor khusus untuk melakukan kerja itu.

Sulfaksi dan pembentukan kristal juga boleh terbentuk di sekitar sentuhan antara kabel dan terminal bateri. Periksa secara visual semua sambungan di sekeliling bateri.

Ia juga merupakan amalan yang baik untuk memeriksa keseluruhan sistem sekali setahun kerana anda tidak tahu makhluk apa yang akan bersarang di sekeliling sistem yang selesa hangat ini, di antara bateri, di tepi dll. Periksa sebarang kerosakan atau kebocoran visual. Ya, jika bateri dikendalikan dalam suhu suboptimum, ia mungkin mengembang dan bocor. Bateri yang membengkak adalah tanda bateri rosak dan perlu diganti.

Dalam iklim sejuk, pastikan bateri juga mempunyai penebat yang mencukupi untuk mengelakkan pembekuan air di dalam bateri asid

plumbum, terutamanya air dalam bateri adalah senang membeku apabila dinyahcas dalam-dalam.

Penyelenggaraan lain bagi bateri asid plumbum jenis banjir termasuk memeriksa paras air bateri dan graviti tentu.

18.9 Mengekalkan Beban

Kebanyakan orang lupa bahawa selain penyelenggaraan sistem PV solar, anda juga perlu mempunyai penyelenggaraan rutin beban anda.

Muatan anda boleh terdiri daripada sebarang perkakas, daripada lAmpu, ke motor, ke peti sejuk, ke televisyen, ke peranti mudah alih dan lain-lain. Walaupun pada mulanya anda mungkin mempunyai rancangan yang baik tentang ekosistem peranti yang sempurna. Tetapi kebanyakan akan lupa bahawa peranti yang semakin tua akan menarik lebih banyak kuasa daripada sistem, terutamanya peralatan bermotor. Selepas 10 tahun kandungan dengan binaan semasa anda, anda mungkin tidak akan tahu apakah peranti seterusnya yang akan anda tambahkan pada sistem anda. Pada masa itu, sistem PV solar anda tidak menjadi lebih muda. Lama kelamaan, ketidakseimbangan akan timbul

dalam sistem anda dan menyebabkan tekanan tambahan kepada sistem sedia ada.

Pastikan peranti usang atau rosak dialih keluar daripada sistem anda dan setiap peranti baharu yang ditambahkan pada keluarga perlu dipertimbangkan mengenai beban kepada sistem. Sekurang-kurangnya ada pengiraan dan senarai semak untuk menyemak semua beban anda yang disambungkan sekali setahun. Anda akan terkejut dengan berapa banyak yang telah berubah selepas waranti panel PV solar selama 25 tahun tamat.

18.9 Bumbung Anda

Memang benar bahawa anda boleh mempunyai panel PV solar yang berfungsi di atas bumbung anda selama beberapa dekad, tetapi masih berbaloi untuk memeriksa bumbung anda (untuk pemasangan atas bumbung) untuk tanda-tanda bumbung gagal sebelum kebocoran berlaku dan melemahkan struktur rasuk asas.

Bergantung pada kualiti dan bahan bumbung anda, kadangkala panel PV solar hidup lebih lama daripada ketahanan bumbung anda, walaupun kebanyakan bahan bumbung pada masa ini dibina untuk bertahan.

Ini membawa kepada persoalan, adakah anda memasang panel PV solar anda pada bumbung lama yang sudah tua? jika ya, sama ada bumbung telah ditukar sebelum memasang panel solar PV atau bersedia untuk menukar bumbung apabila panel solar PV masih dalam perkhidmatan.

Menukar bumbung dengan panel solar PV bukanlah sesuatu yang mustahil, terima kasih kepada pelepasan pantas dan kelengkapan yang tersedia, tetapi ia masih menyusahkan kebanyakan orang.

Periksa sama ada terdapat kebocoran pada bumbung anda sekali-sekala, dan dapatkan tindakan segera walaupun kebocoran kecil pada bumbung.

BAB 19: KETAHUI FEED IN TARIF DAN INSENTIF TENAGA BOLEH DIPERBAHARUI

19.1 Tarif dan Insentif – Sumber Motivasi Awam ke arah Penggunaan Tenaga Boleh Diperbaharui

Anda boleh keluar untuk penempatan sistem PV solar penuh di atas bumbung anda tanpa memikirkan tentang Tarif dan Insentif, tetapi mengapa tidak ? Anda akan mendapat ganjaran tambahan kerana menyokong revolusi tenaga boleh diperbaharui, dan itu akan membuatkan anda bermotivasi dan bangga dengan sistem anda.

Ribut semakin teruk, musim panas lebih panas, hujan lebat berakhir dengan banjir kilat, kawasan paras laut yang lebih rendah ditenggelami air, glasier ais kutub mencair ... dll. Pemanasan Global adalah perdebatan hangat selama beberapa dekad dan revolusi tenaga boleh diperbaharui akan berlaku. Kita perlu mengurangkan gas rumah hijau dan pelepasan karbon dioksida. Oleh itu negara yang berbeza

telah mengeluarkan undang-undang dan peraturan mengenai transformasi daripada bahan api fosil kepada tenaga boleh diperbaharui dan usaha untuk kelestarian.

Transformasi adalah proses langkah demi langkah, tetapi dengan Tarif dan Insentif boleh diakses oleh orang ramai, lebih ramai orang boleh mengambil bahagian dalam proses transformasi. Kami telah melihat peningkatan mendadak dalam penggunaan tenaga boleh diperbaharui di seluruh negara oleh swasta dan kerajaan selama sedekad yang lalu, lebih luar biasa sejak tahun 2015. China telah menyertai usaha itu dan mengurangkan harga Solar PV ke paras yang kebanyakannya pemilik rumah sederhana boleh berusaha untuk pemasangan PV solar.

19.1 Feed in Tariff

Tarif Feed-in (FIT) ialah mekanisme dasar yang digunakan untuk menggalakkan penyesuaian dan pemasangan tenaga boleh diperbaharui. Dasar program FIT boleh berbeza mengikut tempat, biasanya mengikut dasar boleh diperbaharui negara dan undang-undang tempatan. Secara amnya program FIT menjamin bahawa pelanggan yang memiliki kemudahan

penjanaan elektrik boleh diperbaharui yang layak untuk FIT akan menerima harga yang ditetapkan daripada utiliti mereka untuk semua elektrik yang mereka hasilkan dan sediakan kepada grid. Harga dan tempoh pembayaran adalah mengikut jumlah perjanjian dalam kontrak.

FIT boleh dipakai untuk pemasangan Solar PV, yang juga boleh berkembang kepada pemasangan tenaga boleh diperbaharui yang lain termasuk angin, hidro mini dan biojisim, mengikut lokaliti.

Kontrak boleh sesingkat 5 tahun, biasanya sekitar 10 tahun, yang boleh juga kontrak jangka panjang sehingga 20 tahun. Jangka panjang biasanya digunakan untuk pemasangan Solar PV kerana solar PV boleh bertahan sangat lama, dengan waranti biasa sehingga 25 tahun.

Harga FIT dikira mengikut harga setiap kilowatt-jam, yang serupa dengan bil grid utiliti kuasa. Kadar FIT boleh berubah dari semasa ke semasa tetapi akan ditetapkan pada kadar tetap selepas menandatangani kontrak, tidak kira sama ada kadar runcit sebenar elektrik. Walaupun harga biasanya lebih tinggi sedikit daripada kadar elektrik runcit sebenar pada mulanya semasa menandatangani kontrak, namun kadar elektrik

runcit mungkin meningkat lebih masa dan mengurangkan pendapatan bersih daripada harga antara kedua-duanya.

FIT yang terlebih banyak boleh membawa kepada pelaburan pemasangan yang lebih banyak daripada yang dijangka, menyebabkan penurunan kadar FIT untuk pemasangan berikutnya kerana membebankan kerajaan, dan boleh menyebabkan penggantungan FIT.

19.2 Feed in Tariff di Malaysia

Bagi menggalakkan pertumbuhan sektor tenaga boleh diperbaharui di Malaysia, mekanisme tarif galakan (FiT) telah diperkenalkan oleh kerajaan Malaysia pada tahun 2011, selaras dengan Akta Tenaga Boleh Diperbaharui 2011 dan Akta Pihak Berkuasa Pembangunan Tenaga Lestari 2011.

Sistem Tarif Feed-in (FiT) Malaysia mewajibkan Pemegang Lesen Pengedaran (DL) seperti TNB (Tenaga Nasional Berhad) dan SESB (Sabah Electricity Sdn Bhd), untuk membeli daripada Pemegang Kelulusan Feed-in (FIAH) elektrik yang dihasilkan daripada sumber boleh diperbaharui dan menetapkan kadar FiT. DL akan membayar tenaga boleh diperbaharui yang dibekalkan kepada grid elektrik untuk tempoh tertentu.

Kadar FiT ialah kadar premium tetap yang perlu dibayar untuk setiap unit tenaga boleh diperbaharui yang dijual kepada Pemegang Lesen Penedaran. Kadar FiT berbeza untuk sumber boleh diperbaharui dan kapasiti dipasang yang berbeza. Kadar Bonus FiT terpakai apabila kriteria untuk syarat bonus dipenuhi.

Kadar terkini FiT boleh dilihat di portal laman web rasmi SEDA di <http://seda.gov.my/>

Kadar FiT terkini untuk PV bagi tahun 2017 bermula dari Januari 2017 adalah seperti berikut:

Kadar Asas FiT untuk Solar PV (Individu) (selama 21 tahun dari Tarikh Mula FiT)

- Kapasiti terpasang sehingga dan termasuk 4kW : RM0.7424 setiap kWj
- Kapasiti terpasang melebihi 4kW dan sehingga dan termasuk 12kW : RM0.7243 setiap kWj

Kadar Asas FiT untuk Solar PV (Bukan individu) (selama 21 tahun dari Tarikh Mula FiT)

- Kapasiti terpasang sehingga dan termasuk 4kW : RM0.7424 setiap kWj

- Kapasiti terpasang melebihi 4kW dan sehingga dan termasuk 24kW : RM0.7243 setiap kWj
- Kapasiti terpasang melebihi 24kW dan sehingga dan termasuk 72kW : RM0.5218 setiap kWj
- Kapasiti terpasang melebihi 72kW dan sehingga dan termasuk 1MW : RM0.5041 setiap kWj

Bonus lain untuk kadar FiT akan terpakai untuk kriteria berikut:

- digunakan sebagai pemasangan dalam bangunan atau struktur bangunan
- digunakan sebagai bahan binaan
- penggunaan modul PV solar buatan atau pemasangan tempatan
- penggunaan penyongsang solar buatan atau pemasangan tempatan
- Untuk layak menjual tenaga boleh diperbaharui pada kadar Tarif Masukan (FiT), Kelulusan Feed-in (FiA) perlu dipohon dan diberikan oleh SEDA Malaysia. Permohonan untuk FiA boleh dibuat secara manual atau dalam talian melalui laman web rasmi SEDA Malaysia.

- Tenaga boleh diperbaharui yang boleh digunakan untuk FiT termasuk biojisim (termasuk sisa pepejal perbandaran), biogas (termasuk tapak pelupusan/kumbahan), hidro kecil dan fotoVoltaik suria.

Tiada FIT tersedia di Sarawak. Perlu diingat bahawa Sarawak Energy (SEB) belum lagi menjadi ahli untuk permohonan Tarif Feed-in, buat masa ini. Oleh itu kebanyakan pemasangan PV di Sarawak adalah untuk kegunaan luar grid peribadi atau di kAmpung luar bandar yang tidak mempunyai sambungan kuasa grid terus.

Insentif untuk Tenaga Boleh Diperbaharui (RE) di Malaysia

Terdapat pelbagai insentif yang boleh digunakan untuk menghasilkan tenaga bersih daripada sumber boleh diperbaharui, dan ia berbeza dari satu lokasi ke lokasi. Di bawah adalah beberapa contoh insentif untuk Tenaga Boleh Diperbaharui (Renewable Energy – RE) dan Kecekapan Tenaga (Energy Efficiency – EE) di Malaysia. Semak pihak berkuasa tempatan mengenai keperluan untuk mendapatkan insentif dan hadnya. Terma juga

tertakluk kepada perubahan dari semasa ke semasa.

Taraf Perintis (Pioneer Status – PS): – Insentif fiskal yang diberikan di bawah Akta Penggalakan Pelaburan (PIA) 1986 kepada syarikat yang bercadang untuk menjana RE atau melaksanakan inisiatif EE. Insentif tersebut adalah dalam bentuk pengecualian cukai pendapatan penuh ke atas pendapatan berkanun yang dijana daripada perniagaan TBB dan projek EE selama 10 tahun.

Elaun Cukai Pelaburan (Investment Tax Allowance – ITA) : – Insentif fiskal yang diberikan di bawah Akta Elaun Penggalakan Pelaburan (ACP) 1986 kepada syarikat yang bercadang untuk menjana RE atau menjalankan inisiatif EE. Insentif tersebut adalah dalam bentuk elaun cukai sebanyak 100% ke atas perbelanjaan modal yang layak yang dilakukan dalam tempoh 5 tahun dari tarikh perbelanjaan modal yang layak pertama dilakukan. Syarikat boleh menggunakan elaun ini untuk mengimbangi 100% daripada pendapatan berkanun mereka pada tahun taksiran. Sebarang elaun yang kurang digunakan boleh dibawa ke tahun-tahun berikutnya sehingga jumlah keseluruhan digunakan sepenuhnya.

Pengecualian Duti Import dan Cukai

Jualan: – Syarikat yang menjana RE juga boleh memohon pengecualian duti import dan cukai jualan ke atas mesin import, peralatan, bahan, alat ganti dan bahan guna guna yang digunakan secara langsung dalam proses penjanaan dan yang tidak dikeluarkan secara tempatan. Untuk mesin, peralatan, bahan, alat ganti dan bahan habis pakai yang dibeli secara tempatan, pengecualian penuh diberikan ke atas cukai jualan. Pengecualian diberikan untuk tempoh satu tahun, bermula dari tarikh permohonan diterima oleh MIDA.

Syarikat yang membekalkan tenaga elektrik kepada sistem grid pengedaran nasional mesti mendapatkan

kelulusan daripada Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air (MEGTW) di bawah Program Tenaga Boleh Diperbaharui Kecil (SREP). Mereka juga mesti mendapatkan penjanaan kuasa

Lesen daripada ST. Kapasiti maksimum yang boleh dijual kepada sistem grid pengedaran di bawah program ini ialah 10 MW.

BAB 20: KENALI PIHAK BERKUASA TEMPATAN ANDA

Artikel ini adalah rujukan umum sahaja dan ada kemungkinan tidak mencerminkan peraturan pemasangan solar di kawasan anda. Rujukan termasuk beberapa pertimbangan yang mungkin perlu anda ambil kira sebelum pemasangan solar, namun senarai tersebut adalah subjektif kerana ia akan berbeza dari satu tempat ke satu tempat. Hubungi pemasang solar atau majlis tempatan anda untuk mendapatkan kemas kini dan peraturan terkini mengenai pemasangan solar untuk mengelakkan kekecewaan.

Artikel di bawah akan merangkumi pemasangan solar domestik dan kediaman. Untuk pemasangan bukan domestik seperti untuk perniagaan dan industri serta penjanaan kuasa PV solar skala utiliti memerlukan anda mendapatkan nasihat daripada pakar dan pihak berkuasa tempatan anda.

Mengapa perlu Kenali pihak berkuasa tempatan anda?

Setiap majlis adalah berbeza (berbeza dalam ordinan, undang-undang dan peraturan) dan adalah menjadi tanggungjawab pemilik rumah untuk mematuhi peraturan majlis. Majlis tempatan mempunyai hak untuk mengambil tindakan undang-undang apabila difikirkan sesuai, yang tidak terhad kepada denda dan penjara, atau memaksa guguran peralatan yang melanggar peraturan.

Liputan bukan sahaja terhad kepada solar, tetapi juga kepada semua tenaga boleh diperbaharui yang lain. Kadang-kadang kita mendengar berita bahawa seseorang telah didenda kerana pemasangan turbin angin yang tidak dibenarkan di belakang rumah mereka.

Sistem PV solar adalah pelaburan yang sangat mahal dan biasanya akan bertahan selama lebih daripada beberapa dekad. Anda akhirnya akan mengalami lebih banyak pengubahsuaian rumah daripada perubahan panel PV solar sepanjang hayat anda.

Tujuan utama undang-undang ini adalah untuk memastikan keselamatan diri anda, rumah anda (Struktur, Pengudaraan, Visual, Kebakaran, Keselamatan Elektrik.) dan juga jiran anda. Selain

keselamatan, impak visual juga sama pentingnya, bukan sahaja kepada diri sendiri tetapi juga kepada jiran dan sesiapa sahaja yang lalu lalang.

Bayangkan jika jiran anda mempunyai tatasusunan panel PV suria bersaiz besaran yang menyebabkan silau berlebihan dan haba terpantul berlebihan ke rumah anda setiap hari, ia boleh menghadapi saman mahkamah dan memaksa untuk menanggalkan panel. Panel PV solar yang lebih baru mempunyai salutan yang lebih baik yang mempunyai perangkap cahaya yang lebih cekap daripada pantulan cahaya dari kaca. Sebaliknya, panel yang menonjol di tepi bumbung dan dinding akan berisiko panel diterbangkan semasa ribut lebat, berisiko menyebabkan kecederaan kepada orang lain yang berdekatan.

Pertimbangan khusus untuk pemasangan berdekatan dengan jalan dan lebuh raya utama, monumen dan tapak warisan, kemudahan khas (cth lapangan terbang dan pangkalan tentera). Panel PV solar boleh menyebabkan silau dan tidak sedap dipandang pada sudut tertentu. Bayangkan anda seorang pelancong ke monumen negara, tetapi menghadapi kesukaran untuk mengambil gambar gambar yang betul kerana latar

belakangnya berselerak dengan barisan dan deretan panel PV solar. Sama seperti pemasangan di sebelah lebuhraya, anda tidak mahu panel anda menyebabkan kemalangan jalan raya hanya kerana silau dari panel anda. Lebih-lebih lagi, jika anda mempunyai penempatan ganjil panel PV solar, ia akan menjadi bahan ketawa untuk penonton lelucon internet dan menimbulkan perhatian yang tidak diinginkan.

Petuanya ialah pastikan pemasangan solar anda sekemas yang mungkin dengan risiko bahaya atau gangguan yang minimum kepada orang lain. Anda berbuat baik kepada alam sekitar dengan menyokong penajaan tenaga boleh diperbaharui hijau.

Walau bagaimanapun, pemasangan solar agak baharu di bahagian tertentu di dunia, dan mungkin tiada peraturan yang melarangnya di sesetengah tempat. Anda bernasib baik jika tempat anda tidak mempunyai sebarang peraturan mengenai pemasangan solar, teruskan dan dapatkan tatasusunan PV solar yang boleh disokong oleh poket anda, tetapi anda perlu dikemas kini mengenai perubahan terkini dalam peraturan solar dari semasa ke semasa.

20.1 Peranti solar kecil

Dalam dunia gambar-gembur PV suria dan tenaga hijau, semakin banyak peranti mudah alih berkuasa solar yang kecil dilancarkan setiap hari, daripada kalkulator berkuasa solar, pengecas USB solar, Bank Bateri suria, kipas pegang tangan suria, Lampu suluh solar dsb.

Peraturan untuk peranti sedemikian agak longgar di kebanyakan tempat, terutamanya apabila anda boleh menemui semua peranti solar pihak ketiga yang diimport yang berbeza di pasaran lambak.

Ini juga terpakai pada peranti suria luar grid kecil yang anda gunakan semasa perkhemahan luar atau kawasan luar bandar, kerana ia dianggap sebagai peranti mudah alih.

Pemasangan solar kecil seperti Lampu suria berdiri sendiri, pam taman suria, pancutan air suria dan lain-lain biasanya tidak memerlukan sebarang persetujuan daripada pihak berkuasa. Tetapi lihat juga garis panduan tempatan mengenai garis panduan pemasangan solar kecil jika ada. Kebanyakan tempat adalah longgar pada ini, melainkan dinyatakan.

Terdapat kelonggaran kepada kebanyakan kawasan luar bandar, terutamanya di kawasan yang tidak dapat dicapai oleh grid utiliti. Pemasangan solar sebaliknya digalakkan di kawasan luar bandar dan kawasan yang sukar dijangkau kerana kos untuk membina grid utiliti khusus untuk kawasan tersebut adalah jauh lebih tinggi.

Mengikuti arahan pemasangan adalah penting kerana peranti tertentu diluluskan untuk kegunaan luar manakala sesetengahnya hanya untuk kegunaan dalaman. Adalah salah meletakkan unit dalaman ke luar rumah dan mungkin berisiko kehilangan jaminan, kejutan atau risiko kebakaran (serupa dengan semua peranti elektronik lain).

Hak Pembangunan yang Dibenarkan

Pemilik bangunan dibenarkan untuk menjalankan jenis kerja tertentu di hartanah mereka tanpa perlu memohon kebenaran merancang: ini dipanggil “hak pembangunan yang dibenarkan”. Ini bermakna jenis pembangunan tertentu adalah sah tanpa perlu memohon kepada pihak berkuasa perancang tempatan untuk mendapatkan kebenaran merancang.

Hak pembangunan yang dibenarkan berbeza dari satu tempat ke satu tempat. Contohnya di Kanada, Pemasangan penjaan mikro (ditakrifkan sebagai sehingga 50kW) solar PV dibenarkan di bawah hak pembangunan yang dibenarkan, manakala pemasangan 50kw atau lebih tinggi dianggap bukan penjaan mikro dan mungkin memerlukan Kelulusan Terdahulu daripada pihak berkuasa perancang tempatan. Di tempat lain seperti Australia, ia biasanya dibenarkan tanpa persetujuan untuk di bawah 10kW, manakala pemasangan 10kW-100KW akan dimasukkan ke dalam pembangunan yang dibenarkan dengan persetujuan.

Ini akan mengambil kira reka bentuk dan penAmpilan sistem dan kesan kepada jiran berdekatan.

Pemasangan Atas Bumbung atau Dinding

Kebenaran merancang dan kebenaran bangunan untuk pemasangan panel PV solar atas Bumbung atau Dinding secara amnya berbeza dari satu tempat ke satu tempat bergantung pada perundangan tempatan.

Secara amnya jika pemasangan berskala kecil (saiz yang dibenarkan bergantung pada kawasan), anda tidak memerlukan kebenaran merancang. Di tempat tertentu pemasangan atas bumbung adalah sebahagian daripada “pembangunan yang dibenarkan” dan tidak memerlukan kebenaran merancang kecuali di bangunan yang disenaraikan dan kawasan pemuliharaan.

Kebeneran Merancang mungkin diperlukan jika:

dipasang pada mana-mana bahagian dinding luar bangunan jika bangunan itu adalah sebahagian daripada flat

Panel PV solar mengunjur lebih daripada 200mm (di sesetengah tempat 500mm) dari permukaan dinding atau cerun bumbung rumah.

Panel PV solar menjangkau melebihi satu meter di atas bahagian tertinggi bumbung rata (tidak termasuk ketinggian sebarang cerobong).

Peralatan PV solar yang dipasang pada bumbung adalah kurang daripada satu meter dari pinggir luar bumbung.

tidak lebih daripada 90% daripada keluasan bumbung boleh diliputi oleh panel PV solar atau

peranti yang serupa (di sesetengah tempat panel tidak boleh melebihi 12 m persegi atau 50 peratus daripada jumlah kawasan bumbung, yang mana lebih kecil)

Peralatan PV solar yang dicadangkan pada dinding akan berada dalam jarak 1 meter dari persimpangan dinding itu dengan dinding lain atau dengan bumbung bangunan.

Panel solar dicadangkan untuk dipasang pada, atau di mana-mana sahaja dalam lingkunang bangunan tersenarai, atau bangunan atau tempat tersenarai yang berpotensi.

Solar PV dicadangkan di tapak yang ditetapkan sebagai monumen dicadangkan.

Jumlah keluaran sistem (termasuk peralatan yang dipasang sebelum ini) melebihi 1 MW.

bangunan itu berada dalam kawasan pemuliharaan atau kawasan potensi arkeologi atau Tapak Warisan Dunia dan PV solar atau peralatan PV solar dipasang di atas bumbung yang berada di bahagian hadapan bangunan dan boleh dilihat dari jalan utama.

Dalam kes Panel Suria Bersepadu Bangunan yang mana panelnya adalah pelapisan bumbung itu sendiri mungkin memerlukan kebenaran pembangunan sebelum dipasang.

Structural constrains (ability of the existing roof and roofing materials to carry the load (weight) of the panel) will need to be checked and proven. Some strengthening work may be needed before installations. Other considerations includes structure safety, fire safety and electrical safety. Some building regulations will includes fire proofing and weather proofing. In some places, it requires the installation only by a competent or certified personals.

Installation on conserved area and listed buildings, which not limited to special architectural buildings with historic interest or heritage buildings, will require permission and list building consent before installation. The installation will deem to have structural impact on existing building fabric and visual impact on characteristic appearance of the building. Even if it is approved for installations, it will be installed with minimal affect to the building fabric and easy removal. Special consideration to wiring and cables for safety and reduce visual impact.

Generally the following conditions must be observed:

Equipment on a building should be sited, so far as is practicable, to minimize the effect on the external appearance of the building and the amenity of the area.

When no longer needed equipment should be removed as soon as reasonably practicable.

When you are staying in estate or town homes within a strata management (guarded community), it is usually required for a permission from the management first. Some prohibit street facing or park/pond facing rooftop solar installations as it may cause visual impact on the pristine community. If you are staying in a multi storey unit block (flats, apartment, condominiums etc), usually it is prohibited to have outdoor installations (not limited to satellite dish and antennas).

If you have a insurance for home, fire and theft for your house, do contact the insurance company regarding the rooftop or wall solar being installed. Some insurer will consider it a material changes to your home and may change the protection

premium. Some insurer will not cover damages to the home structure if it is occur during or after the installation.

In short, feel free to ask the local solar installers regarding their certification and other requirements need to be met before a rooftop or wall installations.

Ground Installations

Ground Installations are more lenient than Building installations, but some considerations still apply if you have large Solar PV Array. It is still depends on the rules of the local council on need for planning permission before installation, but Building permissions is not required as the panels is not installed on a existing building. The rules varies with different council.

Generally the following conditions must be observed:

Stand-alone solar equipment should be sited, so far as is practicable, to minimise its effect on the amenity of the area.

When no longer needed equipment should be removed as soon as reasonably practicable.

Special considerations for planning permissions :

Only the first stand alone solar installation will be permitted development. Further installations will require planning permission.

No part of the installation should be higher than four meters (some place are stated panels erected on the ground do not exceed 2.5 meters above ground level or 2 meters if they are within 1 meter of a boundary)

The total aggregate external area of ground mounted solar panels or similar devices does not exceed 9 square meters.

The installation should be at least 5m from the boundary of the property

The size of the array should be no more than 9 square meters or 3m wide by 3m deep

Panels should not be installed within boundary of a listed building or a scheduled monument.

if your property is in a conservation area, or in a World Heritage Site, no part of the solar installation should be nearer to any highway bounding the house than the part of the house that is nearest to that highway.

SUMBER INFORMASI PHOTOVOLTAIC SOLAR DI MALAYSIA

Terdapat pelbagai syarikat Malaysia Solar yang mempunyai sumber dalam talian yang baik untuk memahami dan mendapatkan bantuan pakar dalam pemasangan sistem PV Solar. Kami tidak berkaitan dengan mereka tetapi ia boleh menjadi sumber yang baik untuk rujukan mudah anda.

Portal Pihak Berkuasa Rasmi Malaysia

1. KEMENTERIAN TENAGA TEKNOLOGI HIJAU DAN AIR (The Ministry of Energy, Green Technology and Water)



<http://www.kettha.gov.my/>

Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air bertanggungjawab ke atas tenaga mampan, teknologi hijau, bekalan air, rawatan

pembetulan, tenaga boleh diperbaharui, pembersihan air, pembersihan udara, pemulihan alam sekitar, pengurusan sisa pepejal, ramalan eGain, pemuliharaan tenaga dan kejuruteraan lestari di Malaysia

Hubungi:

Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air (KeTTHA) – Headquarters

Blok E4/5, Kompleks Kerajaan Parcel E,
Pusat Pentadbiran Kerajaan Persekutuan,
62668 Putrajaya Malaysia.

Tel : 03-8000 8000 Faks : 03-8889 3712

2. PORTAL RASMI SEDA(SUSTAINABLE ENERGY DEVELOPMENT AUTHORITY MALAYSIA (SEDA MALAYSIA)



<http://seda.gov.my/>

Pihak Berkuasa Pembangunan Tenaga Lestari Malaysia (SEDA Malaysia) ialah sebuah badan berkanun yang dibentuk di bawah Akta Pihak Berkuasa Pembangunan Tenaga Lestari 2011 [Akta 726]. Peranan utama SEDA adalah untuk mentadbir dan mengurus pelaksanaan mekanisme tarif feed-in yang dimandatkan di bawah Akta Tenaga Boleh Diperbaharui 2011 [Akta 725].

Laman web ini mempunyai semua maklumat tentang undang-undang dan peraturan tenaga boleh diperbaharui di Malaysia, pemeteran bersih dan insentif pada sistem Tarif feed-in Malaysia.

Hubungi:

**Sustainable Energy Development Authority
Malaysia (Ibu Pejabat)**

Galeria PjH,

Aras 9, Jalan P4W,

Persiaran Perdana, Presint 4,

62100 Putrajaya,

Malaysia.

Phone : +603-8870 5800 Fax : +603-8870 5900

Email: fit@seda.gov.my

3. SURUHANJAYA (ENERGY MALAYSIA)

TENAGA COMMISSION



<http://www.st.gov.my/>

Suruhanjaya Tenaga (ST), sebuah badan berkanun yang ditubuhkan di bawah Akta Suruhanjaya Tenaga 2001, bertanggungjawab mengawal selia sektor tenaga, khususnya industri bekalan elektrik dan gas berpaip di Semenanjung Malaysia dan Sabah.

Hubungi:

Energy Commission (Main Office)

No. 12, Jalan Tun Hussein

Precinct 2,

62100, Putrajaya.

Toll Free Number : 1-800-2222-78

Telephone : 03-8870 8500

Fax : 03-8888 8637

4. TENAGA NATIONAL BERHAD



<https://www.tnb.com.my/>

Laman web rasmi untuk Tenaga National Berhad. TNB ialah syarikat elektrik terbesar negara, membekalkan tenaga elektrik ke seluruh Semenanjung Malaysia. TNB telah mengambil peranan sebagai 'Memperkasakan Negara' dan ini membentuk teras dasar tanggungjawab korporat Syarikat.

Hubungi:

Tenaga Nasional Berhad (headquarters)

No 129, Jalan Bangsar

59200 Kuala Lumpur

Tel : +603 2296 5566 Fax : +603 2283 3686

5. JABATAN METEOROLOGI MALAYSIA (MALAYSIAN METEOROLOGICAL DEPARTMENT)



<http://www.met.gov.my/>

Jangan lupa bahawa keadaan cuaca adalah penting untuk menentukan penjanaan tenaga solar. Lawati Jabatan Meteorologi Malaysia rasmi untuk maklumat cuaca penting sejak beberapa bulan lalu dan trend cuaca untuk beberapa tahun lepas.

Hubungi:

Malaysian Meteorological Department.

Jalan Sultan 46667,

Petaling Jaya, Selangor.

Tel: (603) 79678000 Fax: (603) 79550964

Pasaran PV Solar Dalam Talian Malaysia

1. **SC ORIGIN – SCO MART – KEDAI DALAM TALIAN ASIA** - Solar Power Mart, Solar Light Mart, Farm Tech Mart



<http://www.scomart.com/>

SC Origin ialah salah satu kegemaran kami untuk pembelian DIY panel solar dan peralatan solar dengan antara muka mudah untuk mencari dan membeli. Ia menawarkan penghantaran ke seluruh Asia (Malaysia, Singapura, Indonesia, Thailand, Filipina dll.) tetapi menawarkan penghantaran percuma ke Malaysia.

SC Origin juga mempunyai kedai sekutu dengan 3 pasaran dalam talian lain:

Solar Power Mart – Harvest the SunPower!
<http://solarpower-mart.com/>

Tel: +603-8052-0078 (Sales)

Email: sales@solarpower-mart.com

Solar Light Mart – Let the sun light up your night.
<http://solarlight-mart.com/>

Tel: +603-8052-0078 (Sales)

Fax: +603-2178-4468

Alt: +603-5882-9110 (Corporate)

Email: sales@solarlight-mart.com

Farm Tech Mart – Grow your foods with modern technologies!

<http://farmtech-mart.com/>

Tel: +603-8052-0078 (Sales)

Email: sales@farmtech-mart.com

Maklumat PV solar, sebut harga dan pemasangan

1. SOLAR PANEL MALAYSIA

Dapatkan Bayaran melalui tenaga elektrik janaan anda sendiri!



<http://www.solarpanelmalaysia.com/>

Laman web yang sangat terperinci mengenai sistem tarif suapan tenaga solar di Malaysia. Dapatkan sebut harga percuma untuk sistem PV solar anda di sini dan nasihat dari pakar PV Solar. Mereka menawarkan perkhidmatan daripada reka bentuk, perundingan dan pemasangan sistem PV solar, dengan banyak pemasangan kediaman dan komersial yang berjaya di seluruh semenanjung Malaysia.

Hubungi:

Solar Panel Malaysia

No 57, Jalan Telawi, Bangsar Bary,

59100 Kuala Lumpur,

Wilayah Persekutuan, Malaysia

Tel: +6012-3877855 (Commercial/Solar Farm)

Tel: +6012-3177855 (Off Grid Solar)

Tel: +6014-6688551 (Residential Solar)

Email: sales@solarpanelmalaysia.com

2. NUSOLAR



<http://www.nusolar.com.my/>

Menawarkan perundingan percuma mengenai pemasangan solar dan sistem tarif suapan untuk memaksimumkan pendapatan daripada panel solar. Matlamatnya adalah untuk memberi peluang kepada semua rakyat Malaysia untuk menjadi pengeluaran tenaga boleh diperbaharui.

Hubungi:

Nusolar Sdn Bhd

137, Jalan Jati Perak,
Taman Bukit, Jalan Bukit, Kajang,
43000 Kajang, Selangor D.E., Malaysia.

Tel: +603 8734 7220

Tel: +603 8734 7221

Email: info@nusolar.com.my

3. PEKAT TEKNOLOGI SDN BHD



Pekat Teknologi Sdn Bhd telah ditubuhkan dengan pengkhususan dalam reka bentuk, pembekalan, pengedaran dan pemasangan perlindungan kilat, sistem pbumian dan teknologi perlindungan lonjakan serta mengembangkan ufuknya dan menceburi Teknologi FotoVoltaik pada tahun 2006. Pekat telah menyiapkan sejumlah besar projek berprestij dan terkenal di negara ini.

Hubungi:

Pekat Teknologi Sdn Bhd

5 & 6, Cubic Space,
No.6, Jalan Teknologi 3/4,
Taman Sains Selangor 1,
Kota Damansara,
47810 Petaling Jaya,
Selangor Darul Ehsan, Malaysia.

Tel :+603-2300 8010

Fax :+603-9235 1077

Email:

Solar Division: helpdesk.solar@pekatgroup.com

4. PHOTON SOLAR



<http://www.photonsolar.my/>

Photon solar Power System Sdn Bhd ialah pembekal peralatan dan penyelesaian untuk sistem tenaga solar.

Foton solar menyediakan perundingan tenaga suria, reka bentuk dan pembekalan produk berkaitan seperti Panel Suria, Penyongsang Suria, Pengawal Suria, Bateri, sistem pemasangan bumbung serta produk pencahayaan cekap tenaga dan menawarkan pemasangan, ujian dan pentauliahan untuk sistem yang dibekalkan oleh kami.

Hubungi:

Photon Solar Power System Sdn Bhd (1211673-D)

No. 18, Jalan Signature Industrial Park 1,
Signature Industrial Park, 43500 Semenyih,
Selangor

[Tel:+603-67311356](tel:+603-67311356)

Email: support@photonsolar.my

5. SOLARVEST



<https://solarvest.my/>

Solarvest menawarkan cara tanpa kerumitan untuk anda menjimatkan bil elektrik anda sambil menjana lebih banyak pendapatan. Mereka menawarkan penyelesaian tenaga suria yang inovatif perkhidmatan penuh, supaya anda mendapat manfaat tenaga suria dengan cara yang benar-benar tanpa kerumitan – dari awal hingga akhir. Mereka mempunyai banyak pemasangan solar yang berjaya dalam kedua-dua sektor kediaman dan komersial.

Hubungi:

Solarvest Energy Sdn Bhd (1194560-T)

A-30-05, Dataran 3 Dua, No 2, Jln 19/1,
46300 Petaling Jaya, Selangor Malaysia.

Tel: +603-7625 3211 Fax: +603-7625 3212

6. SOLARVIZ

Supercaj Pulangan Harta



<http://www.solarviz.com.my/>

Merupakan laman web yang disertakan dengan maklumat terperinci tentang solar PV dalam bentuk buku – **Sun Power** oleh Kelvin Heng. Ketahui lebih lanjut tentang tarif dan cara meningkatkan nilai hartanah anda melalui PV solar.

Hubungi:

SOLARVIZ

35-02, Jalan Harmonium 35/1,

Taman Desa Tebrau,

81100 Johor Bahru, Johor

Tel: +607 – 351 4540

Mobile: +6014 – 294 0635 Kelvin Heng,

+6012 – 717 1129 Angie Ng

Email: info@solarviz.com.my

7. SURIA INFINITI

Membina rumah yang lebih hijau untuk kehidupan yang lebih baik.



<https://suriainfiniti.com/>

Suria Infiniti Sdn Bhd ialah syarikat yang pakar dalam Tenaga Boleh Diperbaharui (RE) dan Kecekapan Tenaga (EE) melalui sistem PV solar dan angin, produk kecekapan tenaga, dan pelaporan kemAmpanan dengan mewujudkan rangka kerja yang diperlukan serta pemantauan dan pelaporan jejak karbon .

Hubungi:

Suria Infiniti Sdn Bhd

S-001A, Season Square,

Jalan PJU10/3C, Damansara Damai,

47830 Petaling Jaya, Selangor

Tel: +603 6143-5899

Fax: +603 6140-6236

E-mail: Info@suriainfiniti.com