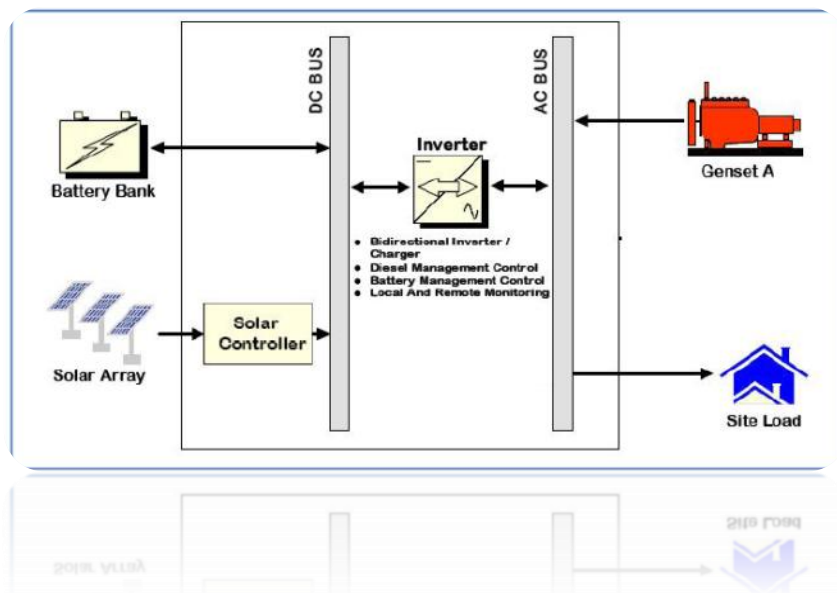
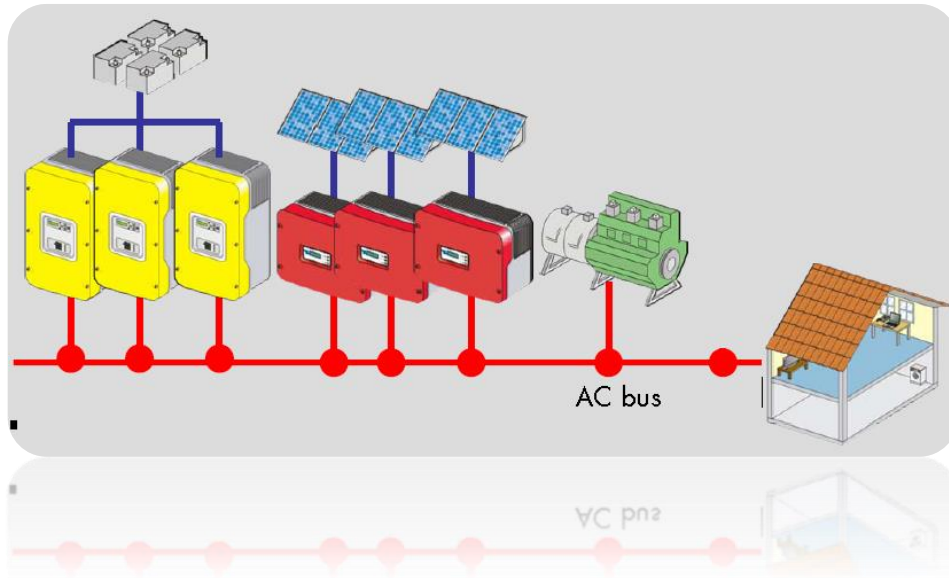


**PROJEK: PENYELENGGARAAN SISTEM SOLAR HIBRID BAGI SEKOLAH-
SEKOLAH LUAR BANDAR NEGERI SABAH (FASA 1) MELIBATKAN 78 BUAH
SEKOLAH (NO.KONTRAK:KP(BPPA)/PPK/12/2014)**

PERKARA: PERBANDINGAN SISTEM AC COUPLING DAN DC COUPLING

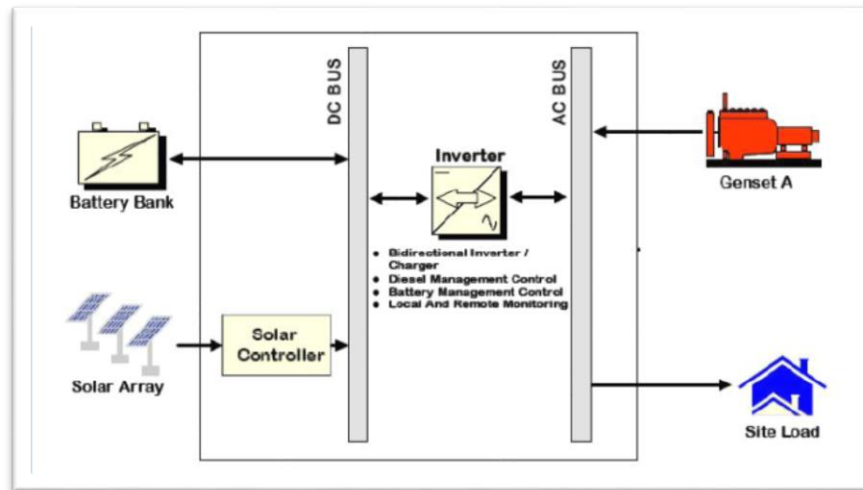


1. PENGENALAN

- 1.1 Sistem Solar Hibrid (SSH) adalah merupakan gabungan 2 atau lebih bagi alternatif penjanaan bekalan elektrik daripada beberapa sumber tenaga boleh baharu (Renewable Energy – RE). Aplikasi SSH yang biasa diguna pakai adalah sumber tenaga daripada Photovoltaic (PV) iaitu penjanaan elektrik daripada cahaya matahari digabungkan dengan janakuasa diesel (genset) sebagai sumber tenaga kedua (*backup*) yang dikenali sebagai sistem hibrid PV-diesel. Selain itu, SSH hibrid juga boleh digabungkan di antara PV dengan *wind* dan/atau *hydro*.
- 1.2 Tenaga elektrik yang dijana daripada sumber tenaga boleh baharu (PV, wind atau hydro) adalah jenis Direct Current (DC). Bagi setiap SSH yang direkabentuk, ianya adalah bagi membekalkan elektrik kepada beban (load) tertentu sama ada jenis DC atau Alternating Current (AC).
- 1.3 Istilah *coupling* adalah merujuk kepada sambungan (*connection*) sistem PV bagi setiap SSH. Penjanaan elektrik daripada PV array (kombinasi modul PV) jenis DC boleh ditukar (convert) kepada sistem elektrik jenis AC dengan menggunakan inverter.
- 1.4 Bagi setiap rekabentuk SSH biasanya akan dilengkapi dengan fungsi simpanan tenaga elektrik melalui bank bateri khas. Terdapat 2 jenis sambungan yang biasanya digunapakai bagi output (penjanaan elektrik daripada PV array) dengan bateri solar tersebut iaitu sama ada AC atau DC coupling. Bagi SSH yang berkapasiti besar (melebihi 100kW atau lebih 1MW) kombinasi AC dan DC akan diguna pakai bagi mendapatkan SSH yang lebih optimum, stabil dan kecekapan sistem serta prestasi yang lebih tinggi.

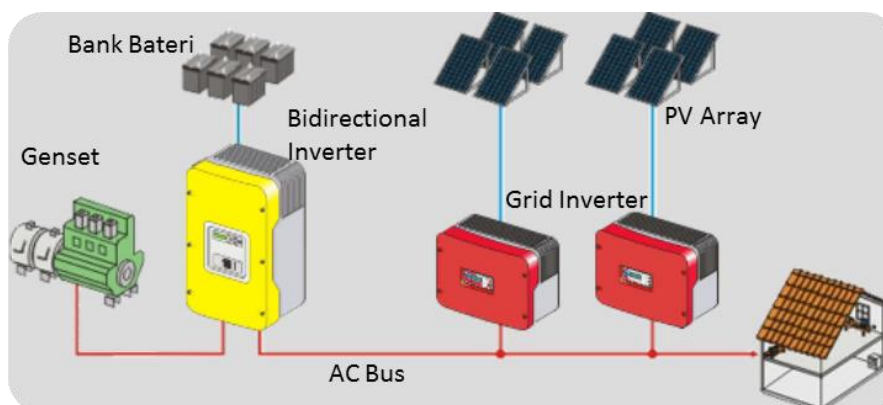
2. DC Coupled

2.1 DC Coupling adalah merujuk kepada sambungan sumber tenaga boleh baharu (RE) seperti sistem PV disambung terus ke DC Bus. Bagi sambungan jenis DC Coupled ini, charge controller adalah diperlukan bagi mengawal output PV array. Manakala output daripada charge controller disambung kepada bank bateri untuk menyimpan tenaga elektrik melalui DC Bus. Gambar 2 di bawah adalah konfigurasi dan komponen utama bagi sambungan jenis DC Coupled.



3. AC COUPLED

3.1 AC Coupling adalah merujuk kepada sambungan sumber tenaga boleh baharu (RE)/sistem solar PV disambung terus ke AC Bus melalui Grid Inverter yang sesuai. Gambar 3 di bawah adalah konfigurasi dan komponen utama bagi sambungan jenis AC Coupled.



4. PERBEZAAN AC COUPLED DAN DC COUPLED

4.1 Berdasarkan pengalaman dan pemantauan pengoperasian SSH yang telah dilaksanakan, Jadual dibawah adalah merupakan ciri-ciri perbezaan utama bagi topologi AC Coupled dan DC Coupled.

AC Couple	DC Couple
i. Inverter	
Menggunakan 2 jenis inverter iaitu: - Grid inverter: menukar arus elektrik DC (output daripada sistem PV) kepada AC; - Battery-based inverter/bidirectional inverter: Modular type	Hanya menggunakan 1 jenis inveter iaitu; battery-based inverter /bidirectional inverter
ii. Charge Controller	
Tidak perlu	Memerlukan Charge Controller untuk mengawal arus elektrik yang diperlukan untuk mengecas bank bateri.
iii. Losses (Penyusutan) Kuasa	
Saiz Komponen DC boleh dikurangkan	Saiz komponen DC perlu direkabentuk lebih besar untuk mengurangkan penyusutan
Losses untuk Komponen DC terutamanya kabel boleh dikurangkan	Losses yang tinggi bagi Komponen DC (kabel)
iv. Kecekapan Sistem	
Kecekapan system lebih optimum pada sebelah siang (daytime) apabila tenaga elektrik dibekalkan terus kepada beban (load).	Kecekapan untuk mengecas bank bateri lebih tinggi pada waktu siang.
	Kecekapan sistem (bank bateri kepada beban) lebih tinggi pada sebelah malam atau di mana tenaga daripada PV tidak dapat dihasilkan (kerana hujan/mendung)
v. Kedudukan (Jarak) Komponen SHS	
Kedudukan struktur PV array ke Rumah Bateri, Genset dan beban boleh dijarakkan lebih jauh.	Kedudukan struktur PV array hendaklah berdekatan dengan Rumah Bateri & Genset bagi mengurangkan penyusutan tenaga disebabkan <i>cable losses</i>
vi. Kapasiti Bank Bateri	
Kapasiti bank bateri boleh direkabentuk lebih rendah berbanding kapasiti PV array	Kapasiti bank bateri hendaklah direkabentuk sama atau lebih besar berbanding kapasiti PV array
vii. Fleksibiliti	
Boleh dikombinasikan dengan lebih daripada satu sumber tenaga boleh baharu (RE) dan diintegrasikan dengan sistem grid	Tidak boleh dan sangat tidak cekap untuk dikombinasikan dengan sumber RE lain.

AC Couple	DC Couple
viii. Kebolehan Penambahan Kapasiti (<i>Expandable</i>)	
Mudah untuk dibuat penambahana kapasiti walaupun selepas beberapa tahun pemasangan kerana komponen sistem jenis modular	Sukar untuk dibuat penambahan kapasiti secara terus.
ix. Pengoperasian	
Sistem berupaya untuk membekalkan tenaga elektrik pada waktu siang walaupun sistem bateri mengalami kerosakan	Keseluruhan sistem akan berada dalam keadaan off (<i>shut-down</i>) apabila sistem bateri mengalami kerosakan
x. Kos	
Kos pemasangan lebih tinggi (di antara 8% hingga 10%) berbanding sistem DC Coupled	

5. SISTEM SOLAR HIBRID FASA 1 (78 BUAH SEKOLAH)

5.1 Pemasangan SSH Fasa 1 bagi 78 buah sekolah luar bandar Negeri Sabah telah dilaksanakan pada tahun 2007. Daripada 78 buah sekolah tersebut terdapat juga terdapat 11 buah sekolah yang mempunyai dua (2) sistem yang berbeza dan menjadikan jumlah keseluruhan sistem adalah sebanyak 89 sistem. Pecahan jenis sistem inverter adalah seperti Jadual di bawah.

Bil.	Jenis Inverter	Jumlah Sistem	Jenis Topologi
1	Studer	65	DC Coupled
2	OPS	16	DC Coupled
3	Leonics	4	DC Coupled
4	SMA	4	AC Coupled

6. CADANGAN MENAIKTARAF KAPASITI (UPGRADING)

6.1 Berdasarkan senarai perbezaan bagi topologi AC dan DC Coupled seperti di Para 5, berikut adalah merupakan kriteria pemilihan bagi menentukan jenis topologi yang sesuai untuk diguna pakai:

Perkara	Kriteria	Topologi
Kedudukan/Kawasan	Kedudukan struktur solar PV (struktur baru) , Charge Controller dan Rumah Bateri tidak jauh. Kedudukan struktur solar PV dan Rumah Kuasa hendaklah ditentukan awal rekabentuk;	DC Coupled
Load Profile	Permintaan tenaga atau beban pada sebelah siang (<i>daytime</i>) rendah (tiada beban seperti <i>air-conditioners</i> , peti sejuk yang banyak, <i>water pumping</i> dengan merujuk kajian load profile yang dilaksanakan	
	Sekiranya sekolah mempunyai makmal komputer (yang telah beroperasi sepenuhnya), mempunyai air conditioners, asrama, peti sejuk berkapasiti besar, kuarters guru	AC Coupled