

PEMBANGUNAN SISTEM SOLAR HIBRID (Sis-SoHy) SEBAGAI BAHAN BANTU PENGAJARAN

K. A Rahman¹, B. K. Fazly², M. Affandi MA³

^{1,2,3}Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail
*khairunnisa7480@gmail.com

Abstrak. Kebergantungan kepada sumber tenaga yang tidak boleh diperbaharui bagi memenuhi keperluan pengguna mengakibatkan kemelesetan bekalan simpanan tenaga sedia ada. Tenaga solar dilihat antara sumber baru yang berpotensi tinggi untuk dipelopori. Penyelidik dan pelajar di institusi pengajian tinggi adalah pihak yang banyak diberi pendedahan kepada penggunaan tenaga solar sebagai sumber tenaga boleh diperbaharui. Mendedahkan pelajar kepada sumber tenaga baharu telah menjadi keperluan dan telah dijadikan sebagai sebahagian daripada silibus dalam pengajaran dan pembelajaran di institusi pengajian tinggi. Kekurangan modular pembelajaran yang berasaskan sistem solar sebenar menjadi kekangan kepada proses pembelajaran. Kajian ini membincangkan kajian awal pembangunan sistem solar hibrid sebagai bahan bantu pengajaran di Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail. Sistem solar hibrid ini mempunyai tiga segmen utama iaitu panel solar, log data dan perkakasan. Panel solar adalah sebagai input iaitu kawasan di mana tenaga solar diserap, log data iaitu bahagian pengecasan bateri dan data dilog masuk dan perkakasan adalah bahagian keluaran di mana kawasan perkakasan elektrik ditempatkan. Langkah ini sejajar dengan seruan kerajaan untuk menggalakkan kepelbagaian penggunaan sumber tenaga baharu ke arah penjimatan tenaga dan pembangunan lestari. Selain menjadi sebahagian daripada modul pembelajaran, sistem ini juga menjadi salah satu alternatif penjimatan tenaga elektrik khususnya di PTSN dan menjadi rujukan institusi pengajian lain yang berdekatan. Kesimpulannya, pembangunan sistem solar hibrid ini dapat memenuhi keperluan pembelajaran pelajar di PTSN dan menjimatkan penggunaan tenaga elektrik.

Kata Kunci: tenaga diperbaharui, tenaga solar, sistem solar hibrid, bahan bantu pengajaran

1.0 PENGENALAN

Proses pengajaran dan pembelajaran (PdP) di institusi pendidikan dapat dilihat sebagai satu pendorong yang penting bagi mencorakkan modal insan yang dilahirkan. Pengurusan PdP yang dinamis dan sistematik mampu mengembangkan pembudayaan saintifik, pengetahuan baru, pencetusan idea kreatif dan inovatif, pembangunan potensi manusia yang lebih mampan serta penyebaran maklumat (Jantan, 2016). Penggunaan bahan bantu mengajar (BBM) dalam proses PdP adalah amat penting bagi guru untuk memastikan penyampaian maklumat yang berkaitan dengan mata pelajaran yang diajar adalah lebih jelas dan sistematik serta dapat diikuti oleh pelajar dengan lebih baik. BBM atau alat bantuan mengajar (ABM) merupakan segala atau suatu kelengkapan yang digunakan oleh guru dan murid untuk membantu dalam menyampaikan pengajaran (James W, 1983). Bahan bantu mengajar bukan sahaja terhad kepada buku teks, papan tulis, kapur, dan gambar-gambar sahaja, tetapi ia merangkumi segala benda yang digunakan dalam pengajaran dan pembelajaran yang melibatkan semua pancaindera dan apa sahaja yang dapat dialami oleh para pelajar ia sangat membantu guru dan murid dalam proses PdP. BBM terbahagi kepada tiga kategori yang terdiri daripada pelbagai jenis iaitu: i) bahan bantuan mengajar bukan elektronik, ii) bahan bantuan mengajar elektronik dan, iii) Bahan-bahan bercorak pengalaman dan bahan sebenar. Berdasarkan kepentingan BBM yang dinyatakan, satu inisiatif telah diambil di Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail (PTSN) iaitu membangunkan BBM yang bercorak pengalaman dan bahan sebenar.

Selaras dengan itu, PTSN mengambil inisiatif dengan membangunkan Sistem Solar Hibrid (Sis-SoHy). Tujuan utama kajian ini dibangunkan adalah untuk menjadikan sistem solar hibrid ini sebagai modul pembelajaran yang dijadikan sebagai BBM di dalam proses pengajaran PdP bagi pelajar-pelajar program Program Diploma Kejuruteraan Elektrik dan Instrumentasi (DEI)

dari Jabatan Kejuruteraan Petrokimia. Sis-SoHy ini dijadikan sebagai BBM untuk topik *Solar as a Renewable Energy* di dalam matapelajaran Power System (DGI30093) di mana ia menjadi model rujukan sebenar berskala kecil dan juga bagi projek semester akhir iaitu Projek 1 (DGU4122) dan Projek 2 (DGU5122). Matapelajaran ini merupakan kursus yang wajib diambil oleh setiap pelajar bagi melengkapkan pengajian diploma dalam program ini. Projek semester akhir yang bertemakan solar kerap menjadi pilihan pelajar namun ketiadaan model rujukan yang sesuai menyebabkan pelajar tidak dapat melaksanakan projek dengan baik dan menepati konsep solar yang sebenar. Di samping itu, pelajar juga terlibat secara langsung dengan proses penyelenggaraan panel solar iaitu terlibat dengan kerja-kerja mencuci panel solar setiap tiga bulan. Ini juga menambah pengetahuan pelajar mengenai satu lagi aspek dalam sistem solar iaitu penyelenggaraan panel solar. Selain daripada itu pelaksanaan projek inovasi ini dapat mengurangkan kos untuk melawat ke ladang solar atau projek-projek solar kerana ia memperuntukkan kos yang tinggi.

Selain dijadikan BBM, matlamat lain pembangunan Sis-SoHy ini adalah bertujuan membantu institusi iaitu PTSN, menjimatkan penggunaan tenaga elektrik selaras dengan langkah-langkah penjimatan dalam pengurusan kewangan secara berhemah. Matlamat ini selaras dengan Dasar Teknologi Hijau Negara melalui tunggak tenaga yang merupakan salah satu daripada empat tunggak utama iaitu mencari ketidakbergantungan tenaga dan mempromosikan kecekapan tenaga (National Green Technology Policy, 2009). Dasar menggariskan kepentingan memelihara alam sekitar dan alam semulajadi serta meminimumkan kesan negatif daripada aktiviti manusia kepada alam sekitar. Objektif Dasar Teknologi Hijau Negara dapat dicapai melalui penjimatan tenaga atau penjimatan sumber asli dan menggunakan sumber-sumber yang boleh diperbaharui seperti yang dilaksanakan dalam kajian ini. Sis-SoHy ini menggabungkan penggunaan dua sumber iaitu pencahayaan semulajadi iaitu daripada sumber tenaga matahari (tenaga solar) dan tenaga elektrik. Kajian ini dibangunkan bertepatan dengan usaha kerajaan dalam mempromosikan teknologi hijau diantaranya menjimatkan penggunaan tenaga elektrik, mesra kepada alam sekitar dan ketidakbergantungan tenaga di mana ianya mengaplikasikan penggunaan sel solar (National Green Technology Policy, 2009). Kajian ini adalah merupakan kerjasama diantara PTSN dan pihak konsesi Sime Darby Properties Selatan (SDPS) dan SDPS adalah merupakan penaja utama bagi kajian ini.

Tenaga elektrik yang dijana dari sistem solar ini akan disalurkan di dua buah gazebo di PTSN untuk kegunaan perkakasan elektrik yang terdapat di gazebo tersebut iaitu lampu, kipas dan soket elektrik. Lokasi gazebo yang berada berdekatan dengan bilik kuliah dan kafeteria merupakan lokasi yang mudah dan strategik untuk pelajar merehatkan diri. Walaubagaimanapun, ketiadaan sumber bekalan elektrik di gazebo menyebabkan kemudahan asas tersebut tidak dapat disediakan. Sistem ini membolehkan kemudahan asas ini dipasang. Selain itu, dengan pelaksanaan kajian ini, beberapa siri penyelidikan yang bertemakan solar boleh dilakukan oleh pensyarah. Sehubungan dengan itu, objektif utama kajian ini dibangunkan adalah:

- 1) Membina model solar sebagai bahan bantu mengajar (BBM) untuk aktiviti pengajaran dan pembelajaran (PdP).
- 2) Mengurangkan penggunaan tenaga elektrik di PTSN.
- 3) Menyediakan kemudahan kipas, lampu dan soket elektrik di dua buah gazebo PTSN yang menggunakan tenaga solar sepenuhnya.

2.0 LATAR BELAKANG

Sinar matahari, angin, hujan, air pasang surut, ombak, biojisim dan geoterma merupakan antara sumber tenaga boleh diperbaharui di mana tenaga yang dihasilkan ini adalah daripada sumber yang boleh diperbaharui atau diganti secara semulajadi. Manusia telah menggunakan tenaga boleh diperbaharui ini sejak beribu-ribu tahun dahulu untuk kegunaan individu atau komuniti seperti dalam bidang pertanian, kehidupan seharian dan sebagainya. Perkembangan teknologi rendah karbon dan tenaga lestari telah menimbulkan minat ramai penyelidik berikutan kebimbangan mengenai perubahan iklim dan masalah persekitaran (Lahijani et al., 2015). Peningkatan taraf hidup dan kemajuan teknologi yang semakin rancak berkembang telah mengakibatkan permintaan penggunaan tenaga semakin meningkat dari semasa ke semasa. Penggunaan sumber tenaga yang berterusan ini telah menyebabkan kemelesetan kepada bekalan simpanan tenaga yang sedia ada (Lalit K Jha, 2019). Laporan Global Energy Outlook (2020) melaporkan bahawa tenaga solar telah berkembang daripada membekalkan kurang dari 0.01% elektrik dunia pada tahun 2008 menjadi lebih dari 2% pada tahun 2018. Ia terus meningkat dalam beberapa dekad yang akan datang kerana kos pembuatan dan penggunaan turun lebih jauh, tetapi kelajuan pertumbuhan itu tidak

menentu (R. G. Newell et.al., 2020). Berdasarkan kajian terkini ke atas kadar penggunaan tenaga, dunia akan mengalami krisis kekurangan tenaga bagi sumber gas asli dalam masa 60 tahun dan jangka hayat arang batu pula hanya mampu bertahan selama 130 tahun dari sekarang. Bergantung hanya kepada sumber tenaga yang pastinya semakin berkurangan ini amat tidak menjamin kelangsungan pembangunan sesebuah negara. Bagi mengatasi masalah ini, sumber baru yang boleh diperbaharui dilihat sebagai prospek yang berpotensi tinggi (IEA, 2018).

Proses penuaian sumber tenaga dibincangkan dari aspek penjanaaan, keberkesanan dan kesesuaian penggunaan teknologi. Masa depan dan potensi teknologi ini amat jelas dapat memberi kesinambungan penjanaaan tenaga yang meyakinkan, dengan usaha dan kesanggupan pelbagai lapisan masyarakat untuk menerima paradigma baru dalam penjanaaan tenaga diperbaharui yang lebih bersih, selamat dan berkekalan. Kesan pencemaran dari penggunaan sumber tenaga masa kini dapat di kurangkan dengan pengaplikasian teknologi hijau. Justeru itu, kesedaran kepada pencemaran dan kemusnahan alam sekitar telah menjadi isu yang sangat penting di dalam mengenalpasti sumber-sumber tenaga semulajadi yang ada. Tenaga solar dilihat sebagai satu alternatif bagi sumber tenaga baru yang kian mendapat tempat. Tenaga solar mempunyai potensi untuk digunakan secara meluas di mana ia boleh di dapati secara percuma di kawasan yang menerima pancaran matahari. Tenaga solar adalah tenaga elektrik yang dihasilkan dari cahaya matahari menggunakan alat yang disebut modul sel suria. Tenaga solar dapat menggantikan penggunaan kos rendah, aplikasi kecil generator berasaskan petroleum, grid kuasa dan juga sel bateri kering. Teknologi ini telah tersebar dengan pesat di seluruh dunia untuk aplikasi dalam talian dan luar grid. Antara kegunaan umum tenaga solar ini adalah untuk perkakasan rumah seperti televisyen, lampu, kipas, industri kecil dan institusi, telekomunikasi, pam air, pagar rumah dan lain-lain kegunaan perkakasan kecil (Hankins, 2010).

Teknologi tenaga boleh diperbaharui seperti fotovolta (*photovoltaic*) adalah salah satu penyumbang kepada kelestarian tenaga (Xu et al., 2019). Solar fotovolta (PV) adalah salah satu aplikasi tenaga solar yang digunakan secara meluas dalam penghasilan tenaga boleh diperbaharui iaitu proses penghasilan tenaga dari cahaya matahari ditukar kepada tenaga elektrik (Muhammad-Sukki et al., 2012). Pemasangan panel solar fotovolta kini semakin meluas dengan adanya permintaan dari pengguna bagi penjimatan kos tenaga elektrik sedia ada. Pemasangan panel PV di atas bumbung bangunan dan rumah kediaman mempunyai permintaan yang tinggi. Panel solar PV biasanya dipasang di atas bumbung rumah atau di kawasan terbuka yang berhampiran dengan menghadap cahaya matahari (M. Norazlinda and M. N Irdayanti, 2005). Ini adalah untuk menetapkan sudut kedudukan modul solar ini ke sudut garis lintang negara. Untuk menghasilkan jumlah tenaga maksimum, panel solar mestilah tegak lurus dengan sumber cahaya. Ini kerana matahari bergerak sepanjang hari dan juga sepanjang tahun, solar panel mesti dapat mengikuti pergerakan matahari untuk menghasilkan daya paling maksimum (Ya'u Muhammad et al., 2019).

Sistem solar hibrid menghasilkan tenaga dengan cara yang sama seperti sistem solar ikatan grid biasa tetapi menggunakan penyongsang (*inverter*) dan bateri hibrid khas untuk menyimpan tenaga untuk digunakan kemudian. Keupayaan menyimpan tenaga ini membolehkan kebanyakan sistem hibrid juga beroperasi sebagai bekalan kuasa sandaran semasa pemadaman, serupa dengan sistem bekalan kuasa tanpa gangguan atau *uninterruptible power supply (UPS)*. Secara umumnya istilah hibrid merujuk kepada sumber dua generasi seperti angin dan solar tetapi di dunia solar istilah 'hibrid' merujuk kepada gabungan penyimpanan solar dan tenaga yang juga dihubungkan ke grid elektrik (Xu et al., 2019).

3.0 METODOLOGI KAJIAN

Sistem solar hibrid ini mempunyai tiga segmen utama iaitu:

- i. Segmen 1: Panel solar (PV)
Panel solar adalah sebagai input iaitu kawasan di mana tenaga solar diserap
- ii. Segmen 2: Log data
Bahagian di mana tenaga solar di tukar ke tenaga elektrik dan pengecasan bateri berlaku. Di kawasan ini juga dan data dilog masuk
- iii. Segmen 3: Perkakasan (*output*)
Bahagian ini menempatkan beberapa perkakasan elektrik untuk kegunaan pelajar. Rajah 1 menunjukkan tiga segmen utama sistem solar hibrid ini ditempatkan.



Segmen 1:
Solar Panel PV

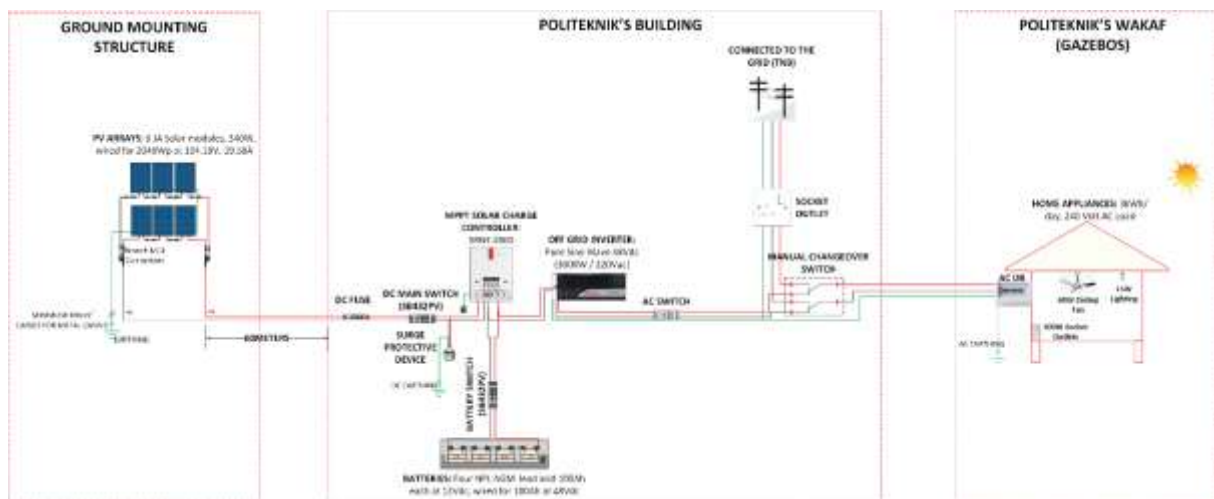
Segmen 2:
Log Data

Segmen 3:
Keluaran



Rajah 1: Lakaran kedudukan tiga segmen utama Sis-SoHy

Sis-SoHy dibangunkan dengan menggunakan dua sumber tenaga iaitu tenaga matahari (tenaga solar) dan tenaga elektrik. Di dalam sistem ini mod penggunaan sumber tenaga akan saling bertukar bergantung kepada pencahayaan persekitaran untuk mengecap bateri bagi mewujudkan penjimatan yang maksimum. Rajah 2 menunjukkan rajah skematik pemasangan Sis-SoHy di gazebo.

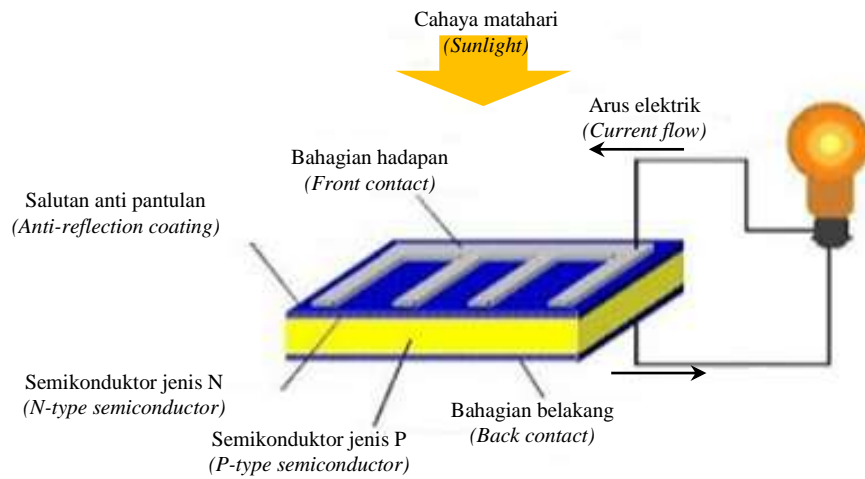


Rajah 2: Diagram Sistem Solar Hibrid

a) Segmen 1: Panel solar (PV)

Tenaga suria boleh ditukarkan menjadi tenaga elektrik dengan menggunakan alat PV. Alat PV yang akan menukarkan cahaya matahari terus kepada tenaga elektrik dan bilangan/saiznya menentukan tenaga elektrik dalam watt dihasilkan. Cahaya matahari mengandungi foton atau zarah-zarah tenaga suria. Foton-foton ini terdiri daripada pelbagai jumlah tenaga yang bergantung kepada perbezaan panjang gelombang cahaya spektrum suria. Apabila foton terkena pada sel suria, ia mungkin dipantulkan semula dan terus menembusi atau diserap. Hanya foton yang diserap membekalkan tenaga untuk menjana elektrik. Untuk menukar tenaga suria menjadi tenaga elektrik, PV atau sel solar digunakan. Silikon seperti semikonduktor membentuk sel suria dan sebilangan besar sel suria bergabung untuk membentuk panel solar PV (Awasthi et al., 2020). Apabila cukup cahaya matahari (tenaga) yang diserap oleh bahan semikonduktor, elektron akan terkeluar daripada atom bahan elektron dan secara semulajadi bergerak menuju ke permukaan.

Apabila elektron meninggalkan kedudukan mereka, ia membentuk lubang. Apabila banyak elektron yang bercas negatif bergerak menuju ke permukaan sel, hasilnya ialah berlaku ketidakseimbangan cas antara sel-sel pada permukaan hadapan dan belakang yang membentuk potensi voltan sama seperti terminal negatif dan positif sesebuah bateri. Apabila dua permukaan tersebut disambungkan dengan beban luaran, seperti alatan elektrik, arus elektrik akan mengalir. Rajah 3 menunjukkan kaedah panel solar berfungsi.



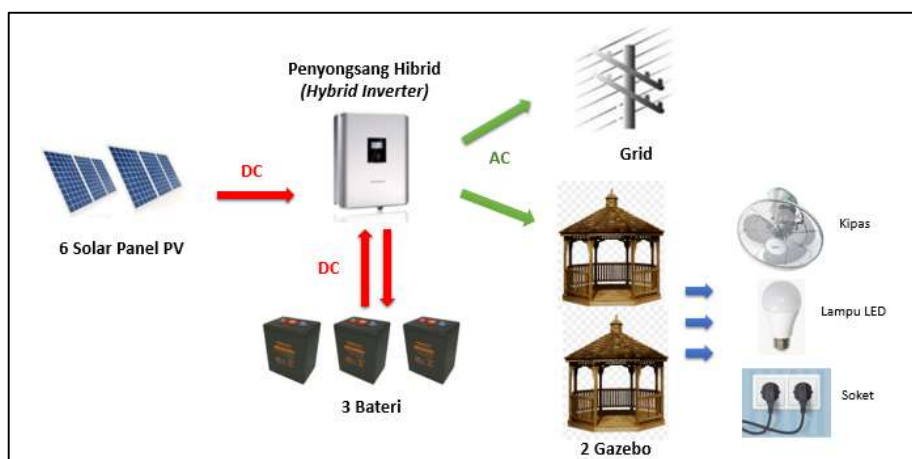
Rajah 3: Kaedah panel solar berfungsi

b) Segmen 2: Log data

Bahagian ini menempatkan 6 keping solar panel PV yang disusun secara bersiri di antara 3 panel dan kedua bahagian panel ini (3 panel) ini disambungkan secara selari. Sistem solar panel ini disambung kepada pengawal cas (*charge controller*) dan bateri. Fungsi pengawal cas adalah untuk memantau keadaan cas bateri dan mempunyai kawalan logik untuk mengetahui berapa banyak cas diperlukan. Pengawal cas juga melindungi sambungan bateri yang salah dan voltan balikan (*reverse voltage*) kepada panel solar. Proses mengecas yang diperlukan oleh bateri adalah lebih kurang 4 jam (bergantung kepada cahaya suria) dengan kapasiti cahaya matahari bagi 1000 Watt per meter persegi. Apabila bateri telah dicas 100%, maka lampu LED, kipas dan soket yang telah dipasang di gazebo boleh berfungsi dengan baik. Bekalan tenaga pada bateri boleh bertahan lebih kurang 4 jam (100% bateri dicas) bagi kegunaan lampu LED, kipas dan plug (bergantung pada penggunaannya). Bateri akan di cas semula secara serentak oleh solar panel pada waktu siang dan keadaan cahaya matahari yang kurang atau waktu malam tenaga elektrik dari TNB akan digunakan mengecas bateri. Sekiranya cas pada bateri <40%, semua peralatan di gazebo tak boleh berfungsi sehingga cas bateri >40%.

c) Segmen 3: Keluaran - perkakasan (hardware)

Bahagian perkakasan adalah bahagian keluaran iaitu terletak di dua buah gazebo di mana perkakasan elektrik seperti kipas, lampu *light-emitting diode* (LED) dan soket elektrik di tempatkan untuk kegunaan pelajar. Gambarajah susun atur Sis-SoHy ditunjukkan seperti dalam Rajah 4.



Rajah 4: Gambarajah susun atur sistem hibrid solar (Sis-HySo)

4.0 JANGKAAN HASIL KAJIAN

Jangkaan hasil kajian adalah seperti berikut:

a) bahan bantu mengajar (BBM) dalam proses pengajaran dan pembelajaran (PdP).

Membina model sebenar yang berskala kecil atau modular pembelajaran adalah sumber rujukan yang terbaik untuk memudahkan proses pembelajaran pelajar. Selain dapat memahami situasi sebenar pelajar juga mempelajari cara-cara penyelenggaraan sistem solar hibrid ini dijalankan. Penjimatan kos untuk lawatan dapat dilakukan memandangkan pelajar tidak perlu melawat ke pusat solar untuk melihat sistem solar hibrid sebenar.

b) Mengurangkan bil elektrik

Memandangkan tenaga solar mampu memberikan keperluan yang sama seperti menggunakan tenaga elektrik, jadi ia akan mengurangkan bil elektrik. Berapa banyak ia boleh berjimat bergantung kepada saiz sistem solar tersebut. Malahan, bukan sahaja boleh menjimatkan penggunaan elektrik tetapi ia boleh menjana pendapatan dari lebih tenaga elektrik yang tidak digunakan. Lebihan tersebut akan dieksport kembali ke grid dan pengguna akan menerima pembayaran untuk jumlah unit tersebut (jika sistem panel solar disambungkan ke grid). Kadar harga unit elektrik berbeza mengikut waktu iaitu pada kadar yang tinggi di siang hari dan lebih rendah di waktu petang. Melalui Sistem Solar Hibrid di gazebo ini penggunaan tenaga elektrik dapat dikurangkan, kos penyelenggaraan sistem ini juga adalah minimum dan pelajar-pelajar dari program Diploma Kejuruteraan Instrumentasi dan Elektrikal (DEI) dari Jabatan Kejuruteraan Petrokimia berpeluang melihat lebih dekat sistem solar yang dipasang. Ini selaras dengan langkah penjimatan yang boleh dilakukan oleh PTSN selaras dengan kehendak kementerian serta memenuhi hasrat kerajaan. Sistem ini juga membantu dan mempromosikan Dasar Teknologi Hijau Negara bagi menjimatkan tenaga elektrik dan sumber asli negara serta menggalakkan penggunaan sumber yang boleh diperbaharui (*renewable energy*). Selain daripada itu, sumber tenaga elektrik dan sumber asli negara dapat diijimatkan untuk kegunaan lain demi generasi masa hadapan dan pembangunan negara mampan yang berterusan.

c) Kemudahan perkakasan elektrik di gazebo

Tenaga elektrik yang dihasilkan menggunakan tenaga solar menerusi panel solar akan disalurkan untuk penggunaan perkakasan elektrik di dua buah gazebo di PTSN. Kemudahan asas seperti kipas angin, lampu LED dan soket elektrik dapat digunakan sepenuhnya secara berterusan sekurang-kurangnya selama 12 jam pada waktu siang dengan cahaya suria secara terus dan pada waktu malamnya menggunakan bateri yang telah dicas.

d) Kos penyelenggaraan yang rendah

Sistem tenaga solar secara umumnya tidak memerlukan banyak penyelenggaraan. Hanya perlu memastikannya panelnya sentiasa bersih untuk memastikan cahaya matahari dapat serap 100%. Pelajar akan diajar kaedah yang betul untuk membersihkan panel solar dan pelajar sendiri akan bertanggungjawab untuk membersihkan panel solar sekali dalam tempoh tiga bulan. Selain menambahkan pengetahuan pelajar, secara tidak langsung kos penyelenggaraan dapat diijimatkan. Selain itu, pengeluar panel solar memberikan jaminan bahawa panel solar boleh digunakan sehingga 20 ke 25 tahun dengan cara pengendalian penyelenggaraan yang betul. Sel kering yang digunakan boleh bertahan sehingga 10 tahun bergantung kepada kualiti dan penggunaannya. Penyongsang (*inverter*) adalah satu-satunya bahagian yang perlu ditukar selepas 5 hingga 10 tahun kerana ia secara berterusan berfungsi untuk menukarkan tenaga solar kepada tenaga elektrik dan haba. Selain penyongsang, kabel-kabel yang ada juga memerlukan penyelenggaraan untuk memastikan sistem solar hibrid berjalan dengan kecekapan yang maksimum. Oleh itu, selepas menampung kos awal sistem solar, Sis-SoHy hanya memerlukan perbelanjaan yang rendah untuk penyelenggaraan dan kerja pembaikan.

e) Sumber tenaga yang boleh diperbaharui (*renewable energy*).

Tenaga solar boleh diperbaharui untuk mengekalkan kesejahteraan alam sekitar. Tenaga ini boleh dimanfaatkan di mana-mana kawasan diseluruh dunia dan sentiasa ada pada setiap hari. Tenaga solar ini tidak akan habis, tidak seperti beberapa sumber tenaga yang lain. Tenaga elektrik akan sentiasa boleh dihasilkan selagi wujudnya matahari, dimana dari cahaya matahari akan terhasilnya tenaga solar. Sis-SoHy menggunakan sumber tenaga yang berasaskan dari sumber cahaya matahari 100%. Tenaga solar ini memelihara alam sekitar, meminimumkan atau mengurangkan kesan negatif pada alam sekitar dan ianya selamat

digunakan serta memelihara persekitaran yang sihat tanpa pencemaran yang boleh menipiskan lapisan ozon bumi.

5.0 KESIMPULAN DAN CADANGAN PENAMBAHBAIKAN

Solar adalah sumber tenaga yang boleh diperbaharui dan teknologi di dalam industri solar semakin berkembang dari tahun ke tahun. Kajian ini telah mendapat sokongan dan komitmen sepenuhnya daripada pihak pengurusan atasan Politeknik Tun Syed Nasir Syed Ismail dan syarikat konsesi Sime Darby Properties Selatan (SDPS) Sdn. Bhd yang menyalurkan dana untuk membangunkan sistem solar hibrid ini. Sasaran utama kajian ini adalah membangunkan model sistem solar hibrid sebenar yang berskala kecil untuk digunakan sebagai BBM dalam proses PdP pelajar PTSN khususnya pelajar bagi program DEI. Selain itu, dengan Sis-SoHy menjangkakan penggunaan tenaga elektrik di PTSN dapat dijimatkan dan juga pencemaran terhadap alam sekitar dapat dikurangkan. Menyediakan kemudahan perkakasan elektrik yang sepenuhnya menggunakan tenaga solar di dua buah gazebo gazebo untuk pelajar beristirehat juga dapat dilaksanakan menerusi kajian ini.

Penambahbaikan pada Sis-SoHy yang berasaskan tenaga semulajadi ini akan sentiasa ditambahnilai selari dengan perkembangan teknologi dan memenuhi kehendak pelajar DEI dan institusi iaitu PTSN dan seterusnya memberi manfaat kepada institusi berdekatan dan komuniti setempat. Justeru itu, kolaborasi dengan syarikat-syarikat pembuat solar akan diutamakan bagi mengekalkan peredaran teknologi terkini dapat direalisasikan. Rentetan dari kajian ini, beberapa siri penyelidikan akan dijalankan antaranya ialah kajian penerimaan tenaga solar dan kaedah penyimpanan tenaga solar untuk pembangunan lestari (*sustainable development*).

Beberapa cadangan projek solar akan diteliti pelaksanaannya PTSN antaranya perancangan pembinaan ladang solar (*solar farm*) yang berskala lebih besar dimana ia boleh memberikan impak yang lebih banyak dalam penjimatan tenaga seperti memasang panel solar di bumbung parkir kenderaan pegawai, parkir bas dan juga kafeteria. Selain itu, PTSN boleh dijadikan sumber rujukan untuk institusi lain khususnya politeknik dan kolej komuniti, sekolah dan lain-lain institusi berdekatan yang berhasrat untuk membina sistem solar bagi tujuan penjimatan tenaga. Mendapatkan Sijil Indeks Bangunan Hijau (GBI) juga adalah satu langkah yang sangat baik yang boleh diambil perhatian dalam melaksanakan hasrat kerajaan dalam melestarikan teknologi hijau.

REFERENCES

- Awasthi, A., Shukla, A. K., Murali Manohar, S. R., Dondariya, C., Shukla, K. N., Porwal, D., & Richhariya, G. (2020). Review on sun tracking technology in solar PV system. *Energy Reports*, 6, 392–405. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.02.004>
- Hankins, M. (2010). *Stand-Alone Solar Electric* (F. Jackson (ed.)). Earthscan Copyright.
- IEA. (2018). *Renewables 2018: Analysis and forecasts to 2023*. <https://www.iea.org/reports/renewables-2018>
- James W, B. (1983). Knowledge Gap Effects in a Health Information Campaign. *Public Opinion Quarterly*, 47(4), 516–527. <https://doi.org/https://doi.org/10.1086/268809>
- Jantan, N. (2016). Penerapan Budaya Kreatif Dan Inovatif Di Kalangan Pelajar Politeknik Merlimau Melalui Perkaya Inovasi. *Politeknik Merlimau Melaka*. [http://www.pmm.edu.my/zxc/publikasi/Laporan Penyelidikan Program Perkaya Inovasi PMM.pdf](http://www.pmm.edu.my/zxc/publikasi/Laporan%20Penyelidikan%20Program%20Perkaya%20Inovasi%20PMM.pdf)
- Lahijani, P., Zainal, Z. A., Mohammadi, M., & Mohamed, A. R. (2015). Conversion of the greenhouse gas CO₂ to the fuel gas CO via the Boudouard reaction: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 615–632. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.034>
- Lalit K Jha. (2019). *Energyworld.com*. Th Economic Times. <https://energy.economicstimes.indiatimes.com/news/renewable/india-projected-to-be-on-track-to-achieve-paris-climateagreement-target-us-expert/68229428>

- National Green Technology Policy, Ministry of Energy, Green Technology, and Water Malaysia, (KeTTHA) 1 (2009).
- Muhammad-Sukki, F., Ramirez-Iniguez, R., G Mcmeekin, S., & Clive, B. (2012). Solar Concentrators In Malaysia: Towards The Development Of Low Cost Solar Photovoltaic Systems. *Jurnal Teknologi*, 55(1), 53–65. <https://doi.org/10.11113/jt.v55.914>
- Norazlinda Binti Mohamed, Irdyanti Binti Mat Nashir, N. F. A. H. (2005). Kajian Keperluan Alat Latihan Sistem Solar Fotovolta Bagi Memenuhi Keperluan Industri Di Malaysia. *NASPA Journal*, 42(4), 1. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Xu, H., Chen, B., Tan, P., Sun, Q., Maroto-Valer, M. M., & Ni, M. (2019). Modelling of a hybrid system for on-site power generation from solar fuels. *Applied Energy*, 240(February), 709–718. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.02.091>
- Ya'u Muhammad, J., Tajudeen Jimoh, M., Baba Kyari, I., Abdullahi Gele, M., & Musa, I. (2019). A Review on Solar Tracking System: A Technique of Solar Power Output Enhancement. In *Engineering Science* (Vol. 4, Issue 1). <https://doi.org/10.11648/j.es.20190401.11>