

PEMASANGAN PANEL SOLAR BAGI MENAMPUNG BEKALAN ELEKTRIK TAMBAHAN UNTUK INSTITUSI PENDIDIKAN AGAMA PERSENDIRIAN DI LUAR BANDAR: MELALUI PENDEKATAN PROGRAM KEMASYARAKATAN KOMUNITI

*Nur Azfahani Ahmad¹, Nur Huzeima Hussain¹,
Norazmi Anas² & Jasrul Jamani Jamian³

¹Fakulti Senibina Perancangan dan Ukur, Universiti Teknologi MARA,
Cawangan Perak, Kampus Seri Iskandar 32610, Perak, Malaysia

²Akademi Pengajian Islam Kontemporari, Universiti Teknologi MARA,
Cawangan Perak, Kampus Tapah 35400, Perak, Malaysia

³Fakulti Kejuruteraan Elektrik, Universiti Teknologi Malaysia,
81310, Johor Bahru, Johor

*nuraz020@uitm.edu.my,
nurhu154@uitm.edu.my,
norazmianas@uitm.edu.my,
jasrul@utm.my

Received: 17 April 2020

Accepted: 6 June 2020

Published: 31 December 2020

ABSTRAK

Pemasangan panel solar di Malaysia, terutamanya untuk bangunan-bangunan komuniti di kawasan luar bandar masih berada di peringkat awalan memandangkan kos sistem yang tinggi serta akses yang terhad kepada teknologi ini. Penerimaan tenaga hijau ini bagi bangunan-bangunan awam seperti masjid, balai raya, hospital dan sekolah masih terhad memandangkan teknologi tenaga hijau sedia ada kini menerima peruntukan penuh dari kerajaan, menyebabkan inisiatif pemasangan secara sendiri adalah lebih perlahan. Selain itu, rakyat Malaysia menerima bekalan tenaga elektrik subsidi yang menyebabkan kebergantungan yang tinggi terhadap bekalan ini dari Tenaga Nasional Berhad (TNB). Walau



bagaimanapun, sejak 2014, terdapat peningkatan tarif elektrik yang menyebabkan pertambahan kos pada bil elektrik bulanan. Ini memberi impak kepada bangunan-bangunan sediaada di dalam melunaskan bil tersebut. Kesan ketara melibatkan institusi pendidikan agama persendirian di luar bandar, seperti sekolah pondok, pusat pengajian tahfiz dan sekolah agama rakyat sehingga menyebabkan pihak pengurusan sekolah-sekolah ini terpaksa mengutip derma bagi menampung dana membayar bil elektrik bulanan. Justeru, objektif kertas penyelidikan ini akan mengenalpasti sama ada pemasangan panel solar melalui program kemasyarakatan komuniti dapat membantu pihak terbabit mendapat manfaat penjimatan elektrik melalui tenaga yang lestari. Melalui metodologi, sebuah kajian kes di Perak Tengah telah dipilih bagi mengenalpasti samada pihak berkaitan mampu menjimatkan bil elektrik bulanan melalui pendekatan program khidmat masyarakat yang memberikan akses tenaga hijau di pusat pengajian tahfiz yang dipilih. Pendekatan empirikal menunjukkan sekolah tahfiz ini berpotensi tinggi menjimatkan bil elektrik bulanan sebanyak 70% setelah memasang sistem tenaga solar bersaiz 2 kW di bawah program khidmat masyarakat ini.

Keywords: *Kemasyarakatan, Tahfiz, Panel Solar, Tenaga Hijau*

ABSTRACT

The installation of solar panels in rural community Malaysia are still preliminarily explored due to the excessive cost and limited access to the technology. This limitation has also led to dissemination delays especially in public-funded buildings such as mosques, public halls, hospitals and schools. Meanwhile, the existing subsidy of electricity supply rate to the society has led the community to become highly dependent and demanded on the power supply from Tenaga Nasional Berhad (TNB). Therefore, the increase of electricity tariff since 2014, has subsequently resulted in the increasing charge of monthly electricity bills. Without awareness, the electricity usage and charges will keep on increasing and may affect the monthly expenses especially to the public and private institutions. This situation may become worst to the self-funded institutions in rural areas including the 'tahfiz', international and conventional religious schools. The concern of this excessive charges on electricity tariff may influence these institutions to outsource funds such as through collecting donations

from the community in which are not sustainably sufficient. Therefore, this research investigates an alternative supply of electricity that may reduce the cost and will benefit the institutions through bill-savings. The objective is to determine whether solar panel installation through a community-service programme can help the institutions to not only becoming electricity-sufficient but could also save the energy by generating power from solar energy. A case study was conducted at the 'tahfiz' school in Perak Tengah to determine the effectiveness of how this institution could reduce electricity bills besides establishing the green energy initiative. Remarkably, through the installation of a 2 kW solar power system, this research has discovered that the institutions have successfully saved 70% of the existing monthly electricity expenses. Therefore, this finding acknowledged solar energy through community-service as sufficient green initiative programme towards achieving sustainable living.

© 2020MySE, FSPU, UiTM Perak, All rights reserved

Keywords: *Community, Tahfiz, Solar Panel, Green Energy*

PENGENALAN

Bermula 2014, tarif elektrik di Malaysia telah meningkat pada perkadaran 4% (Roslan, 2017) yang turut mempengaruhi kos sara hidup penduduk tempatan, termasuklah bil elektrik bulanan. Kadar tarif asas kini telah meningkat dari 21.80 sen per kilowatt jam (kWh) pada 2014 (TNB, 2014) kepada 39.45 sen per kilowatt jam (kWh) pada tahun 2020 (Amin & Abdul Aziz, 2019). Permintaan elektrik oleh rakyat Malaysia turut meningkat sekitar 4.8% dalam tempoh 10 tahun akibat pengaruh gaya hidup yang semakin mewah dan dipengaruhi kadar penggunaan perkakasan elektrik yang semakin moden (Ahmad, Che Ahmad, et al., 2019). Perkembangan penggunaan tenaga elektrik semasa di Malaysia telah meningkat dari 135.8TWh pada tahun 2015 kepada 149.2TWh pada tahun 2016 (Yunus, 2017).

Trend yang pesat ini turut mempengaruhi penggunaan elektrik tanpa kawalan di institusi pendidikan agama yang majoritinya ditadbir oleh pihak persendirian di seluruh negara (Ismail et al., 2017). Penggunaan lampu,

kipas, sistem siraya dan keperluan elektrik yang lain adalah penting di pusat pengajian ini. Walaupun kuasa perkakasan-perkakasan elektrik ini adalah lebih rendah berbanding bangunan-bangunan lain, namun begitu, penggunaan secara kerap dalam tempoh 24 jam pada pusat-pusat pengajian ini, menyebabkan tenaga elektrik yang digunakan adalah tinggi (Ismail et al., 2017). Secara tidak langsung, menyebabkan peningkatan pada kos pengurusan yang melibatkan bil utiliti bulanan sekiranya tarif elektrik akan terus meningkat pada masa hadapan.

Kesan daripada situasi ini ialah kekangan sumber kewangan yang memberi impak berterusan kepada institusi pendidikan agama persendirian. Terdapat kajian yang menyatakan bahawa masalah utama institusi pengajian tahfiz di Malaysia ialah pengurusan pendidikan yang lemah dan lebih mengharapkan bantuan derma dari masyarakat luar yang tidak konsisten (Ismail et al., 2017). Dikhuatiri jika tarif elektrik akan meningkat naik, institusi pendidikan agama ini akan menghadapi masalah untuk meneruskan pengajian mereka.

Oleh itu, antara cadangan penambahbaikan bagi mengawal permasalahan ini adalah dengan melaksanakan program kemasyarakatan bersama komuniti setempat dan pihak pengurusan institusi untuk membekalkan tenaga elektrik secara lestari. Melalui kesinambungan program yang telah dilancarkan oleh Pihak Berkuasa Pembangunan Tenaga Lestari Malaysia (SEDA) pada tahun 2016, yang dikenali sebagai skim Pemeteran Tenaga Bersih (NEM), konsep skim ini ialah melalui elektrik yang dijana daripada sistem panel solar yang dipasang dan digunakan terus oleh para pemilik bangunan (SEDA, 2016). Di dalam konteks kajian ini, semestinya pemilik bangunan itu ialah daripada pemillik-pemilik institusi tahfiz itu sendiri. Melalui skim ini, lebihan elektrik yang dihasilkan akan dieksport dan dijual kepada Tenaga Nasional Berhad (TNB) dengan kos yang telah ditetapkan oleh Suruhanjaya Tenaga (ST) Malaysia (SEDA, 2016). Penyediaan skim ini secara tidak langsung menggalakkan penjimatan elektrik dari utiliti luar (TNB), yang mampu menjimatkan kos bekalan tenaga.

Namun begitu, buat masa ini, tiada dapatan kajian terkini yang melibatkan usaha-usaha kemasyarakatan di dalam membekalkan tenaga elektrik lestari kepada institusi pengajian agama persendirian menerusi

usaha-usaha jaringan skim bekalan tenaga sediada. Bagi kajian ini, sumber tenaga elektrik lestari boleh diperolehi melalui tenaga solar yang sememangnya berpotensi tinggi di Malaysia (Ahmad, Che Ahmad, et al., 2019).

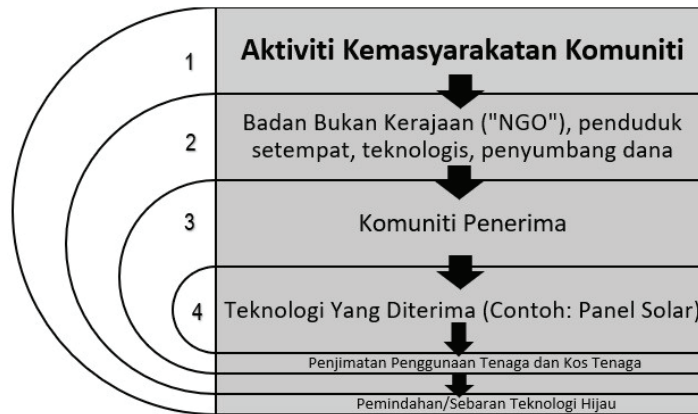
Secara jelasnya, institusi-institusi tahfiz ini perlu mendapat bantuan peruntukan dari pelbagai agensi bagi memasang sistem panel solar sebelum skim NEM ini dapat digunapakai. Justeru, objektif utama kajian ini ialah untuk mengenalpasti sama ada pemasangan panel solar melalui program kemasyarakatan komuniti dapat membantu pihak terbabit mendapat manfaat penjimatan elektrik melalui tenaga yang lestari. Dapatan dari kajian ini secara tidak langsung akan memberi impak signifikan dalam memastikan institusi-institusi tahfiz ini dapat meneruskan operasi pendidikan tanpa menghadapi masalah peruntukan kewangan bagi membiayai bekalan elektrik mereka.

KAJIAN LITERATUR

Usaha-usaha membantu bagi membekalkan tenaga elektrik lestari kepada komuniti setempat melalui program kemasyarakatan bukanlah satu fenomena asing bagi beberapa negara di luar negara. Antara yang giat memperkenalkan program tenaga lestari di bawah khidmat kemasyarakatan komuniti ini ialah Indonesia, Cambodia, Bangladesh dan India (UNDP, 2015).

Pendekatan Berasaskan Komuniti (“Community-Based Approach”)

Di bawah program kemasyarakatan komuniti yang dianjurkan oleh United Nation, negara-negara ini memperkenalkan tenaga solar kepada penduduk luar bandar dan golongan berpendapatan rendah melalui jaringan organisasi bukan kerajaan dan kerjasama kemasyarakatan oleh penduduk setempat (UNDP, 2015). Usaha ini sering menumpukan bantuan dari organisasi bukan kerajaan serta para sukarelawan di kalangan teknologis, penduduk setempat dan penyumbang dana pada komuniti yang tidak mampu memiliki tenaga hijau yang mahal, seperti tenaga solar, hidro mini dan angin (Rujuk Rajah 1).



Rajah 1: Tenaga Hijau Dibekalkan Melalui Pendekatan Berasaskan Komuniti
Sumber: Penyelidikan Penulis

Pendekatan berasaskan komuniti ini boleh didefinisikan sebagai pendekatan yang mengintegrasikan kriteria setempat dengan mengambil-kira situasi yang sama di dalam komuniti tersebut, bermula dari kehendak individu kepada kehendak seluruh kejurangan (Ahmad, Che Ahmad, et al., 2019; Cloke et al., 2017; UNHCR, 2008). Ia juga mengenalpasti kumpulan yang mempunyai latar belakang yang sama dan membentuk matlamat kejurangan bersama.

Usaha-usaha kemasyarakatan ini sebenarnya adalah di bawah teori kelompok pendekatan berasaskan komuniti ("community-based approach") yang diperkenalkan oleh United Nation pada tahun 2008 dengan mensasarkan peluang penjana tenaga yang lestari seperti tenaga solar, hidro mini dan angin, bagi mengatasi masalah bekalan elektrik yang tidak stabil di kebanyakan negara-negara dunia ketiga sejak tahun 2000 (UNHCR, 2008). Projek-projek penjana tenaga lestari ini terus berkembang pesat di kebanyakan negara sehingga mampu menghasilkan komuniti setempat yang mempunyai bekalan elektrik asas melalui bekalan tenaga boleh diperbaharui (UNDP, 2015)

Kesan positif hasil projek-projek ini adalah melibatkan peningkatan taraf hidup masyarakat setempat, selain daripada mendidik masyarakat agar

menggunakan tenaga hijau sebagai peluang penjanaaan pendapatan untuk komuniti (Ahmad, Che Ahmad, et al., 2019; Cloke et al., 2017; UNHCR, 2008). Ia juga menggalakkan pengagihan tenaga elektrik yang lebih lestari dalam kejiranan kecil melalui perkongsian sub-meter tenaga hijau (Aziz et al., 2016). Ianya berjaya mengubah tabiat asal masyarakat ini yang lebih suka menggunakan bahan api yang tidak lestari, seperti arang dan kayu api sebelum ini (UNDP, 2015)

Namun begitu, bagi situasi di Malaysia, masalah penggunaan tenaga elektrik adalah lebih ke arah memupuk penjimatan komuniti setempat di samping membantu meringankan beban bil utiliti bulanan, memandangkan Malaysia mempunyai bekalan elektrik yang stabil (Ahmad, Che Ahmad, et al., 2019). Pendekatan yang berlainan diperlukan bagi menggalakkan masyarakat di Malaysia untuk lebih terbuka dan cenderung ke arah memilih tenaga hijau seperti solar. Justeru itu, kumpulan sasaran diperlukan bagi memperkenalkan tenaga hijau ini di skala masyarakat luar bandar. Di dalam konteks kajian kes ini, tumpuan penyelidikan adalah lebih memfokuskan ke arah membantu institusi pengajian tahfiz ini untuk dapat beroperasi seperti biasa dengan bantuan tenaga elektrik yang lestari.

Potensi Teknologi Solar

Potensi untuk menghasilkan tenaga elektrik dari janaan solar di Malaysia adalah sangat baik memandangkan Malaysia menerima keamatan tenaga suria sebanyak 4 hingga 5 kWh/m² setiap hari sepanjang tahun (Aziz et al., 2016), di mana ianya lebih tinggi berbanding negara-negara pengeluar panel solar seperti Jerman, Jepun dan China. Tenaga solar boleh diperolehi melalui pelbagai cara di antaranya melalui pemasangan panel di atas bumbung, perletakan panel solar di kawasan tanah rata melalui aplikasi ladang solar, pemasangan secara integrasi hibrid dan pemasangan secara sendiri (“off-grid”) yang tidak memerlukan penyambungan dengan grid elektrik utama (Denholm et al., 2010).

Potensi besar bagi Malaysia untuk menerima tenaga solar yang tinggi dipengaruhi kedudukan negara ini yang terletak di garisan Khatulistiwa yang secara tidak langsung menerima cahaya matahari melebihi 4 jam setiap hari (Aziz et al., 2016). Ini ditambah pula dengan faktor keluasan bumbung bangunan-bangunan di Malaysia yang luas dengan kecerunan antara 10

hingga 30 darjah yang membenarkan penerimaan cahaya matahari yang maksimum (Mahpar, 2019).

Satu kajian telah menunjukkan potensi bahawa jika panel solar (fotovolta) berjaya dipasang di atas 4 juta bumbung bangunan-bangunan di Malaysia, ianya mampu memenuhi kira-kira 25% permintaan elektrik semasa dengan kadar 34,194 megawatt (MW) bagi setiap penggunaan isi rumah (MESTECC, 2019). Ini secara tidak langsung, menyumbang ke arah penjimatan kos pembayaran bil elektrik bulanan penduduk di Malaysia. Namun begitu, buat masa ini, hanya 2% daripada tenaga elektrik di Malaysia dijana menggunakan sumber tenaga boleh diperbaharui, berbanding sumber bahan api fosil seperti petroleum, arang batu atau gas asli (MESTECC, 2019).

Selain daripada itu, kos asas pemasangan panel solar ini masih dikira mahal bagi penduduk berpendapatan sederhana dan rendah di Malaysia, di mana secara anggaran ianya bernilai RM1000 bagi sistem panel berkapasiti 1000 watt (Re FIT, 2018). Walau bagaimanapun, usaha-usaha untuk mengetengahkan penggunaan tenaga hijau ini tetap harus dipertingkatkan kepada semua golongan seiring faktor kenaikan tarif elektrik yang akan meningkat lagi di masa akan datang.

Seiring dengan itu, di dalam usaha kerajaan Malaysia menggalakkan penggunaan tenaga suria di kalangan masyarakat Malaysia, Suruhanjaya Tenaga (ST) Malaysia dan Pihak Berkuasa Pembangunan Tenaga Lestari Malaysia (SEDA) telah memperkenalkan beberapa skim penggalakkan di antaranya ialah skim "Feed-in Tariff" (FiT) dan skim Pemeteran Tenaga Bersih (NEM) (SEDA, 2016).

Skim FiT ini telah diperkenalkan sejak 2011 dan beroperasi untuk memberikan kadar pembayaran tarif bagi tenaga yang dibekalkan dari sistem panel solar pemilik bangunan dengan kontrak selama 21 tahun dengan keuntungan dijana kira-kira 5 -10% (SEDA, 2016). Skim NEM pula berfungsi memberikan kadar pembayaran tarif berkontrak bagi tenaga yang dibekalkan dari sistem panel solar pemilik bangunan secara ratio 1:1 dari pihak utiliti (SEDA, 2016). Kedua-dua skim ini mempunyai ciri-ciri tersendiri dan sesuai diaplikasikan di institusi-institusi pengajian tahfiz, tetapi perlu mengikut skala ekonomi yang harus dipertimbangkan secara holistik.

Sehubungan dengan itu, pendekatan boleh dibuat melalui program-program kemasyarakatan bagi menyumbang dana untuk pembelian sistem panel solar ini kepada masyarakat luar bandar sebelum mengaplikasikan inisiatif skim-skim kerajaan ini. Usaha ini sedikit-sebanyak akan meringankan beban pihak kerajaan dalam mengagihkan dana atau subsidi kepada sektor yang lebih berkepentingan di luar bandar.

Buat masa ini, usaha-usaha kerajaan yang melibatkan projek-projek komuniti ini adalah terdiri daripada geran-geran penyelidikan yang menggalakkan projek berasaskan peralihan ilmu dari universiti seperti geran Pusat Transformasi Komuniti Universiti (UCTC) yang pernah diperkenalkan oleh Kementerian Pengajian Tinggi bermula 2012 di bawah Strategi Lautan Biru Kebangsaan (NBOS) (NBOS, 2012). Ia berfungsi menggerakkan sumber akademia dan infrastruktur fizikal universiti bagi membangunkan keadaan komuniti sekeliling. Selain daripada itu, dana Akaun Amanah Industri Bekalan Elektrik (AAIBE) dan e-Dana dari Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi (MOSTI) (e-dana, 2020) turut memperkenalkan geran-geran bagi projek-projek komuniti setempat yang boleh digunakan untuk projek-projek tenaga lestari ini (MOSTI, 2019).

Selain daripada itu, terdapat juga projek-projek kemasyarakatan yang melibatkan sumbangan dana persendirian dan pengagihan tenaga solar kepada masyarakat luar bandar yang melibatkan universiti-universiti awam dan swasta yang ada di Malaysia, di antaranya Universiti Malaysia Perlis (Rosli, 2019) dan Universiti Teknologi Petronas (Zainudin, 2018). Projek-projek ini turut disertai agensi-agensi NGO dan penduduk-penduduk setempat. Kebanyakannya melibatkan masyarakat orang asli yang tinggal jauh di pedalaman Malaysia dan tidak mempunyai bekalan elektrik yang stabil yang menyebabkan mereka terpaksa mengharapkan elektrik daripada janaan kuasa generator di malam hari.

Namun begitu, usaha-usaha untuk membantu masyarakat luar bandar mengetengahkan penggunaan tenaga solar di perkampungan-perkampungan biasa dan tradisional serta sekolah-sekolah persendirian di luar bandar masih berada di tahap yang terhad. Walaupun mereka ini adalah golongan majoriti di Malaysia dan menerima bekalan elektrik yang stabil dari TNB berbanding perkampungan orang asli, komuniti ini juga harus diberikan pendedahan secara meluas berkaitan penggunaan tenaga solar.

Terdapat kajian yang menyatakan hampir 64% penduduk luar bandar dari kalangan perkampungan tradisional di Malaysia yang masih tidak mengetahui kepentingan tenaga solar dalam mengatasi masalah peningkatan tarif elektrik domestik (Mahpar, 2019; Roslan, 2017). Golongan ini juga tidak mempunyai akses lain selain daripada mengharapkan bekalan elektrik dari TNB semata-mata (Ahmad, Che Ahmad, et al., 2019).

Permasalahan akan timbul di kalangan golongan ini apabila tarif elektrik meningkat tinggi atau berlakunya gangguan bekalan elektrik di komuniti-komuniti yang diduduki. Justeru itu, adalah signifikan untuk memperkenalkan tenaga solar ini melalui pendekatan kemasyarakatan berkemuniti yang mampu menyalurkan teknologi tenaga solar ini secara sumbangan dana dari pihak-pihak yang berkemampuan kepada masyarakat luar bandar, termasuklah instituti-institusi pendidikan agama persendirian ini. Melalui usaha ini, golongan ini dapat menikmati bekalan elektrik sokongan dari tenaga solar tanpa mengharapkan bantuan dari pihak kerajaan semata-mata.

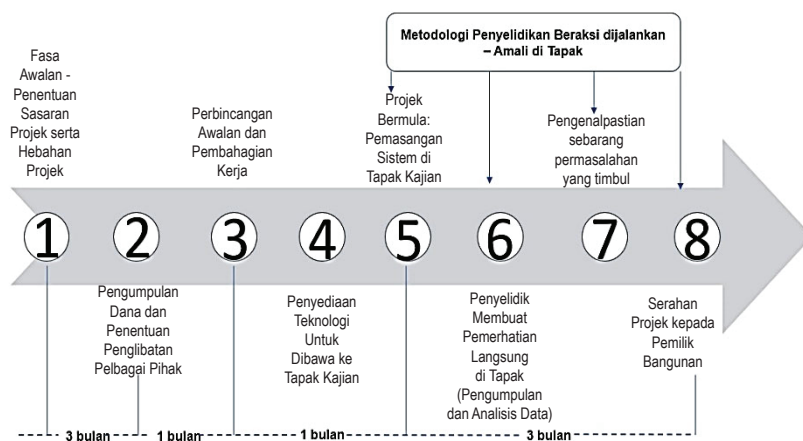
METODOLOGI KAJIAN

Tujuan penyelidikan ini adalah untuk memperkenalkan konsep program kemasyarakatan di kawasan luar bandar dengan memanfaatkan tenaga elektrik yang dijana dari panel solar yang diperolehi hasil sumbangan dan kutipan dana dari kumpulan penyumbang dan sukarelawan yang terlibat di dalam projek khas ini. Metodologi kajian kes adalah berdasarkan data yang diperolehi melalui 2 proses, iaitu (i) penyelidikan lapangan (lawatan dan pemerhatian tapak) serta (ii) metodologi penyelidikan beraksi (“action-research”) yang dijalankan secara langsung di tapak kajian.

Metodologi penyelidikan beraksi (“action-research”) dapat didefinisikan sebagai usaha penyelidikan yang diadakan secara langsung melibatkan pengamal praktis untuk melihat hasil kajian serta strategi sebenar di tapak kajian (Leonard & Glenwick, 2016). Metodologi ini melibatkan pengamal praktis di kalangan teknologis dan pihak sukarelawan bagi pemasangan sistem panel solar di tapak yang dijalankan secara amali.

Penyelidik-penyelidik menjalankan pemerhatian dan merekod data secara langsung di tapak kajian bagi menilai sendiri strategi, tatacara pemasangan dan keupayaan sistem dijalankan di tapak. Sementara itu, penyumbang-penyumbang dana serta pihak komuniti (pemilik bangunan dan penduduk sekitar) bertindak sebagai pemerhati dan memberikan bantuan secara fizikal jika diperlukan. Rajah 2 menunjukkan 8 fasa penyelidikan bagi kajian ini yang berasaskan metodologi penyelidikan beraksi (“action-research”) dan menggunakan pendekatan program kemasyarakatan.

Kesemua proses kerja secara amali ini telah dijalankan di kajian kes yang dipilih iaitu sebuah institusi pengajian tahfiz yang terletak di mukim Parit di daerah Perak Tengah dalam negeri Perak. Seramai 40 orang sukarelawan telah terlibat di dalam projek ini, yang melibatkan 5 penyelidik utama dari UiTM Cawangan Perak, 10 orang sukarelawan dari kalangan staf UiTM Cawangan Perak, 10 orang sukarelawan dari wakil Ahli Dewan Undangan Negeri (ADUN), pihak berkuasa tempatan (PBT) dan komuniti sekeliling, 2 kontraktor selaku penaja utama, 3 orang wakil pengurusan institusi serta 10 orang pelajar-pelajar tahfiz. Mereka ini telah terlibat di dalam Fasa 5 kajian ini yang melibatkan kerja-kerja pemasangan penuh di tapak (rujuk Rajah 2).



Rajah 2: Fasa Penyelidikan Menggunakan Pendekatan Metodologi Penyelidikan Beraksi (“Action-Research) Bersama Komuniti
(Sumber: Penyelidikan Penulis)

Insititusi pengajian tahfiz ini menempatkan kira-kira 80 orang pelajar serta 5 guru yang menggunakan 3 blok bangunan (asrama, surau dan kelas) untuk pengajian mereka. Kajian kes ini dipilih hasil pandangan masyarakat sekeliling serta pemilik bangunan yang mempunyai beberapa isu berkaitan penggunaan elektrik bulanan yang dikhuatiri semakin tinggi akibat penambahan pelajar.

Tempoh masa bagi pemasangan sistem telah dijalankan secara rasminya selama 2 hari melibatkan teknologis, para sukarelawan, penyelidik dan penduduk tempatan di dalam sebuah program khas kemasyarakatan. Tempoh pemerhatian di tapak kajian pula telah berlangsung selama 3 bulan (termasuk hari pemasangan sistem) melibatkan penyelidik-penyelidik bagi mengumpul data berkaitan tahap kecekapan sistem solar yang dipasang (Rujuk Rajah 3).



Rajah 3: Pemasangan Sistem Panel Solar Di Kajian Kes - Menggunakan Pendekatan Metodologi Penyelidikan Beraksi ("Action-Research) Bersama Komuniti

(Sumber: Penyelidikan Penulis)

Data Empirikal di Tapak

Untuk tujuan penyelidikan, hanya 2 blok bangunan (iaitu surau dan kelas pengajian) yang dipilih untuk tujuan pengiraan data secara empirikal. Ini bagi melihat penggunaan elektrik secara aktif ketika waktu kelas sedang berjalan, iaitu bermula pada jam 6 pagi sehingga jam 6 petang. Asrama tidak dipilih memandangkan ia hanya digunakan pada waktu malam sahaja dan ini merupakan limitasi kajian ini. Satu kajian yang lain harus dilaksanakan bagi mengkaji keseluruhan masa (24 jam) untuk bangunan asrama.

Dari tinjauan lapangan, didapati bahawa peralatan-peralatan elektrik yang ada di 2 blok ini terdiri daripada 10 buah lampu, 6 kipas, satu unit sistem siaraya, sebuah komputer dan pengecas telefon bimbit (Rujuk Rajah 4). Ianya telah digunakan bermula pada pukul 6 pagi (kuliah subuh) sehingga 6 petang (tadarus al-quran dan hafazan) sepanjang tempoh kelas. Jadual 1 menunjukkan maklumat data secara terperinci, melibatkan senarai perkakasan elektrik, kuasa (watt), bilangan perkakasan elektrik yang digunakan serta tempoh penggunaan (jam). Ini merupakan senarai keperluan asas yang ada memandangkan penggunaannya terhad kepada pelajar-pelajar tahfiz serta guru-guru yang mengajar sahaja. Perkakasan-perkakasan elektrik yang lain ditempatkan di blok asrama dan tidak diambil-kira di dalam kajian ini. Rajah 4 turut menunjukkan keadaan fizikal bangunan kajian kes serta keperluan perkakasan-perkakasan elektrik yang dikaji.

Jadual 1: Data Keperluan Elektrik (Mengikut Jam)

Perkakasan Elektrik	Kuasa Standard (Watt)	Bil	Penggunaan Sehari (Jam)	Jumlah penggunaan (Watt per jam/sehari)	Jumlah penggunaan (Kilo-watt per jam/sehari)
Lampu	30	10	5	1500	1.500
Kipas	120	6	10	7200	7.200
Pengecas Telefon Bim-bit	35	4	2	280	0.280
Sistem Siaraya	250	1	5	1250	1.250
Komputer	250	1	8	2000	2.000
Jumlah				12,230	12.23

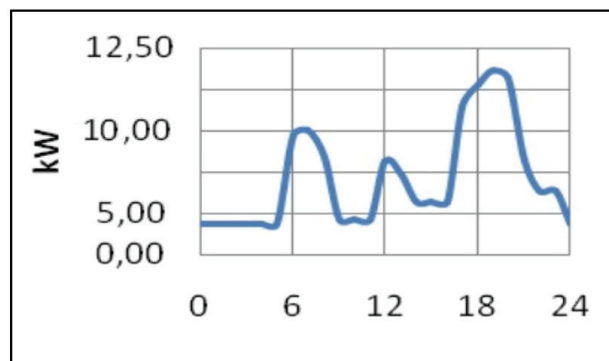
(Sumber: Penyelidikan Penulis)



Rajah 4: Perkakasan Elektrik di Bangunan Kajian Kes; Melibatkan Lampu (10 unit), Kipas (6 unit) dan lain-lain Perkakasan

(Sumber: Penyelidikan Penulis)

Dari Jadual 1, adalah di dapati penggunaan elektrik harian bagi institusi pengajian tahfiz ini ialah sebanyak 12.23 kW. Rajah 5 menunjukkan pola penggunaan kesemua perkakasan elektrik di dalam satu hari (24 jam) bagi institusi ini yang telah diambil menggunakan peralatan mengukur tenaga yang dikenali sebagai “power data logger”.



Rajah 5: Pola Penggunaan Perkakasan Elektrik (Harian)
(Sumber: Penyelidikan Penulis)

Alat “power data logger” ini berfungsi untuk mengukur dan merakam semua data penggunaan elektrik di dalam bangunan yang meliputi bacaan voltan, ampere, kilowatt dan watt di litar agihan utama (Fluke, 2020). Rajah 6 menunjukkan peralatan ini yang digunakan oleh salah seorang pembantu penyelidik bagi projek ini. Rekod secara digital diperolehi melalui papan kekunci sistem alat ini.



Rajah 6: Penggunaan “Power Data Logger” oleh Pembantu Penyelidik di Tapak Kajian untuk Merekod Bacaan Tenaga Elektrik Harian
(Sumber: Penyelidikan Penulis)

Pemasangan sistem panel solar ini adalah pada Fasa 6 (rujuk Rajah 2) yang melibatkan kontraktor dan penyelidik-penyelidik utama projek ini. Ianya melibatkan pemasangan 2 buah panel fotovolt (bersaiz 2 kW) di atas bumbung, bateri pengecas, sistem penyongsang dan pengawal pengecas solar yang ditempatkan di dalam kotak agihan khusus di dalam blok kelas (rujuk Rajah 7).



Rajah 7: Pemasangan Sistem Panel di Kajian Kes
(Sumber: Penyelidikan Penulis)

Limitasi Kajian

Kajian ini tidak akan mengambil kira pendekatan skim tenaga solar kerajaan yang diperkenalkan, seperti FIT dan NEM untuk digunapakai di bangunan kajian. Ini memandangkan, satu kiraan khusus diperlukan bagi mengadaptasi kedua-dua skim ini, manakala tujuan utama projek ini adalah untuk melihat sejauhmana keberkesanan projek khidmat masyarakat dapat membantu pemilik bangunan kajian di dalam menjimatkan bil elektrik bulanan semasa sahaja. Dapatan dari kajian ini, boleh digunakan untuk memudahkan satu penyelidikan baru berkaitan analisis ekonomi dijalankan pada skim FIT dan NEM.

PENGUMPULAN DATA DAN ANALISIS

Untuk tujuan penyelidikan ini, hanya bacaan data (tempoh aktif penggunaan) di antara jam 6 pagi hingga ke 6 petang telah diambil kira. Bacaan selepas jam 6 petang tidak diambil kira memandangkan ianya adalah data penggunaan elektrik dari blok asrama yang digunakan pada waktu malam. Daripada data yang dikumpul di lapangan dan dimasukkan di dalam Jadual 1, di dapati penggunaan elektrik di insititusi ini agak tinggi iaitu sebanyak 12.23 kW sehari dan bersamaan dengan 366.9 kW sebulan. Mengikut tarif

elektrik yang telah diperuntukkan oleh Tenaga Nasional Berhad (TNB, 2014), setiap bacaan tarif elektrik bagi sekolah berasrama persendirian yang melebihi 300 kWh sebulan, haruslah mengikut tarif komersial (Tarif Jenis B – Voltan Rendah Komersial). Ini bermakna, bangunan kajian kes ini akan dikenakan caj bil elektrik sebanyak 43.50 sen/kWh untuk bacaan 200 kWh pertama/bulanan dan 50.90 sen/kWh untuk bacaan 201 kWh seterusnya/bulanan (Rujuk Jadual 2).

Jadual 2: Bayaran Bil Elektrik (Bulanan)

Tarif Elektrik (Berdasarkan Tarif Rasmi TNB – Tarif B)	Jumlah Keseluruhan Bayaran (RM)
Penggunaan Elektrik kWh	366.9 kWh
- 200 kWh pertama	RM 0.44 x 200 kWh = RM88.00
- 201 kWh seterusnya	RM 0.51 x 166.9 kWh = RM85.20
Jumlah:	RM 173.20 (Tidak termasuk blok asrama)

(Sumber: Penyelidikan Penulis)

Berdasarkan Jadual 2, pihak pengurusan institusi ini harus membayar bil elektrik lebih daripada RM 200 setiap bulan, memandangkan nilai penggunaan elektrik bagi keseluruhan institusi pengajian tahfiz ini (merangkumi blok asrama) adalah semestinya melebihi 366.9 kW.

Jumlah yang banyak ini, sedikit sebanyak akan membebankan pihak pengurusan dari faktor kewangan. Justeru itu, pemasangan sistem panel solar adalah signifikan untuk memastikan penjimatan tenaga elektrik dapat dicapai bagi bangunan ini.

Pemasangan Sistem Panel Solar

Jumlah elektrik dari sebuah panel solar boleh dihasilkan secara efektif bergantung kepada tiga faktor, iaitu: (a) saiz dan kedudukan panel, (b) kecekapan sistem sel suria dan (c) jumlah cahaya matahari yang diterima oleh panel (Ahmad, Salleh, et al., 2019). Pada peringkat awalan kajian ini, pengiraan saiz sistem telah dibuat menggunakan perisian khusus dengan membuat perbandingan di antara sistem panel bersaiz 2 kW dan 4 kW. Kedua-dua saiz sistem ini sering digunakan sebagai indikator asas untuk bangunan bersaiz sederhana dan kecil (Ahmad, Salleh, et al., 2019). Di

dalam kajian ini, bangunan yang dipilih adalah bersaiz sederhana sahaja (blok surau dan kelas pengajian setingkat). Hasil simulasi yang dijalankan di dalam perisian khusus, sistem panel bersaiz 2 kW lebih ekonomik digunakan berbanding sistem panel bersaiz 4 kW untuk bangunan kajian ini. Perbandingan pengiraan saiz sistem telah ditunjukkan di dalam Jadual 3.

Jadual 3: Perbandingan Saiz Sistem dan Harga 2 kW dan 4 kW

Peralatan yang digunakan	Sistem 2 kW	Sistem 4 kW
Bateri Autonomi (Hari)/ Kadar Penggunaan Bateri (%)(DOD)	2 hari / 30%	2 hari / 30%
Lampu LED (10 W)	10 biji	20 biji
Kipas	3 buah	5 buah
Pengecas Kawalan	1 buah	1 buah
Alat Penyongsang/Pengalih Arus	1 buah	1 buah
Perbandingan Harga Pemasangan Sistem (Panel, Bateri dan lain-lain alat)		
•Sendiri (Pembelian terus dari pembekal tempatan dan pemasangan sendiri)	RM 5,000	RM 8,500
•Kontraktor A*	RM 8,000	RM 15,000
•Kontraktor B*	RM 10,000	RM 19,500

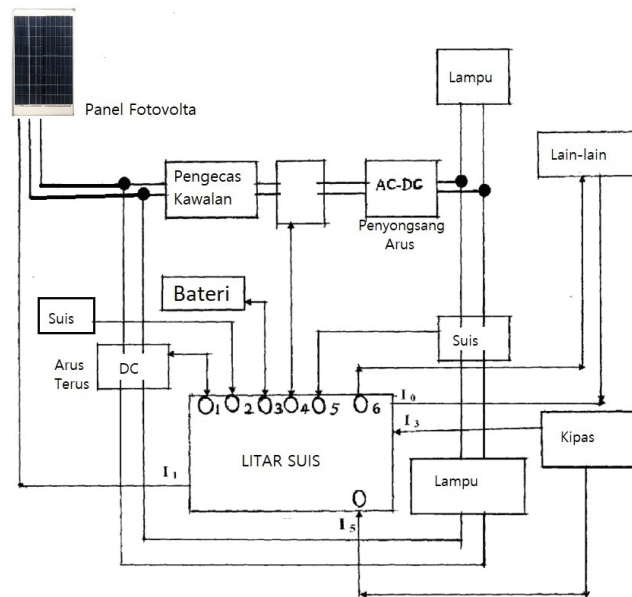
(Sumber: Penyelidikan Penulis)

* Harga diperolehi dari tinjauan sebutharga kontraktor di Perak (2018)

Atas inisiatif yang telah dijalankan di bawah program kemasyarakatan ini, sistem panel solar dengan kapasiti kuasa 2 kW telah berjaya dipasang di bumbung blok kelas institusi tahfiz ini dengan menggunakan konsep sendiri (“stand-alone system”). Ianya bersifat sebagai bekalan elektrik tambahan sahaja kepada kedua-dua bangunan ini, dengan tidak disambungkan kepada grid nasional TNB sediaada bagi mengelakkan sebarang kesulitan pemasangan dan undang-undang pemasangan bekalan elektrik.

Atas faktor ini, hanya perkakasan elektrik yang baru melibatkan kipas dan lampu telah dipasang menyamai bilangan perkakasan elektrik yang asal bagi mendapatkan perbandingan setara (rujuk Jadual 1). Ini secara tidak langsung, membenarkan pemerhatian (“observation”) secara aktif melalui pemerhatian “action-based research” dapat dijalankan. Melalui kaedah

ini, semua pemasangan perkakasan elektrik konvensional (dari TNB) dan dari janaan tenaga solar telah dipasang melalui litar yang berasingan. Penyambungan panel solar (fotovolta) ini turut disambungkan ke bateri simpanan dan alat penyongsang arus (arus terus ke arus ulang-alik). Rajah 8 menunjukkan pelan skematik pemasangan sistem panel solar di bangunan kajian.



Rajah 8: Pelan Skematik Pemasangan Sistem Panel Solar
(Sumber: Penyelidikan Penulis)

Sistem panel solar berkuasa 2 kWp telah dicadangkan untuk keluasan bumbung bangunan seluas 10-meter persegi dengan kadar kecekapan sebanyak 20% bagi mencapai beban tenaga puncak yang baik. Ia juga mengambil kira bahawa tenaga yang dibekalkan oleh sistem ini akan digunakan secara maksima dengan bantuan bateri simpanan. Berikut disertakan spesifikasi sistem yang menggunakan saiz sistem 2 kWp (rujuk Jadual 4).

Jadual 4: Spesifikasi Sistem Panel Solar Yang Digunakan Di Tapak Kajian

Parameter	Spesifikasi
Saiz sistem	2 kWp
Permintaan Tenaga Ketika Masa Puncak	2.4 kWh
Tempoh Masa Keamatan Puncak (PSH)	11 pagi - 3 petang (5 jam)
Kadar (%) Efisien Sistem	85%
Kadar (%) Penggunaan Bateri Harian	30% (selama 2 hari)
Kuasa Penyimpanan Bateri	6 kWh
Voltan Bateri Yang Digunakan	12 Volt
Bilangan Bateri	5
Kadar Ampere/Jam Setiap Bateri	150 Ah
Jumlah Ampere/Jam	500 Ah

(Sumber: Penyelidikan Penulis)

Melalui penyelidikan-penyelidik terdahulu, adalah didapati sistem panel solar sebanyak 2 kW ini mampu menghasilkan 10 kWh janaan elektrik/sehari (Ahmad, Salleh, et al., 2019; Aziz et al., 2016). Ini bersamaan penggunaan 300 kWh elektrik sebulan. Ini diperolehi melalui pengiraan = 10 kWh x 30 hari penggunaan bersamaan 300 kWh (rujuk Jadual 5) dengan mengambil-kira faktor cuaca yang baik. Dalam keadaan cuaca yang tidak baik (hujan atau mendung), sistem ini mampu beroperasi memandangkan terdapatnya bekalan bateri tambahan bagi sistem ini yang mampu bertahan selama 2 hari (rujuk Jadual 3).

Jadual 5: Penjimatan Bayaran Bil Elektrik (Bulanan)

Tarif Elektrik (TNB)	Jumlah Keseluruhan Bayaran (RM) (Sebelum Pemasangan Sistem Panel Solar – 2 kW)	Penjimatan (RM) (Selepas Pemasangan Sistem Panel Solar – 2 kW)
- 200 kWh pertama - 201 kWh seterusnya - Baki kWh	RM 0.44 x 200 kWh = RM88.00 RM 0.51 x 166.9 kWh = RM85.20	366.9 kWh – 300 kWh = 66.9 kWh RM 0.44 x 66.9
Jumlah perlu di bayar/ sebulan:	RM 173.20	RM 29.44

(Sumber: Penyelidikan Penulis)

Jadual 5 telah menunjukkan pengiraan yang membuktikan penjimatan kepada bekalan elektrik di 2 blok institusi ini berjaya dicapai. Setelah pemasangan panel solar ini, pihak pengurusan institusi hanya perlu membayar kos bil bulanan yang lebih rendah berbanding dahulu, iaitu sebanyak RM 29.44 sahaja dengan penjimatan sebanyak 70% sebaik sahaja sistem panel solar sebanyak 2 kW ini berjaya dipasang (dalam keadaan faktor cuaca yang baik). Ini menunjukkan kesan positif dari segi penjimatan penggunaan elektrik semasa bagi kajian kes. Ini secara tidak langsung akan menggalakkan penggunaan tenaga hijau yang lebih lestari.

Jadual 6: Pulangan Pelaburan

Perkara	Jumlah Keseluruhan Bayaran (RM) (Sebelum Pemasangan Sistem Panel Solar – 2 kW)	Penjimatan (RM) (Selepas Pemasangan Sistem Panel Solar – 2 kW)
Jumlah perlu di bayar/ sebulan:	RM 173.20	RM 29.44 (Keuntungan : RM 173.20 – RM 29.44 = RM143.76)
Pulangan Pela-buran: Nilai Sistem/Kos Sebulan	-	RM 5000 / RM 143.76 = 35 bulan = 2.9 tahun

(Sumber: Penyelidikan Penulis)

Dari hasil sumbangan dana program kemasyarakatan ini, jumlah keseluruhan kos sebanyak RM 5000 telah berjaya dikumpulkan untuk membeli sistem panel solar (2 kW) beserta bateri simpanan dan peralatan lain. Melalui kajian ini juga, adalah didapati pulangan pelaburan (ROI) dapat dicapai dalam tempoh yang pendek (iaitu 2.9 tahun) memandangkan sistem panel solar (2 kW) yang dipasang secara program kemasyarakatan ini hanya bernilai sebanyak RM 5000 (Jadual 3). Harga ini lebih rendah berbanding sistem yang dipasang secara profesional oleh pihak kontraktor terlantik, memandangkan mereka pastinya memasukkan kos khidmat profesional.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian yang telah dijalankan, adalah di dapati pendekatan metodologi berasaskan penyelidikan beraksi (“action research”) mampu merealisasikan projek kemasyarakatan komuniti bagi menyumbang tenaga

elektrik yang lestari kepada pihak-pihak yang memerlukan, walaupun ianya dianggap mahal sebelum ini. Analisis dari kajian ini telah mengenal pasti bahawa institusi-institusi pengajian agama persendirian boleh menjimatkan elektrik bulanan yang dijana dari panel solar berkuasa 2 kW sebanyak 70%, memandangkan keperluan elektrik di bangunan ini adalah berskala minima, seperti penggunaan lampu dan kipas sahaja. Terdapat potensi besar dalam menerima sinaran suria yang banyak dan boleh dikongsi secara lokal melalui pendekatan 'berasaskan komuniti' dengan kadar pulangan pelaburan selama 2.9 tahun sahaja.

Adalah dicadangkan agar pihak kerajaan dapat memberikan bantuan dana secara holistik kepada komuniti-komuniti setempat, yang turut melibatkan institusi-institusi pengajian agama persendirian ini melalui kepakaran setempat. Ini secara tidak langsung akan memastikan tiada pihak yang tertinggal di dalam menerima teknologi hijau ini serta usaha-usaha mengembangkan kerjaya teknikal di peringkat komuniti luar bandar dapat dipertimbangkan.

Kajian-kajian di masa hadapan yang melibatkan perkembangan teknologi hijau di peringkat mikro (luar bandar) diperlukan, di mana ianya melibatkan pengagihan ilmu di dalam komuniti setempat yang melibatkan penggunaan skim tenaga FIT atau NEM. Kajian kos terperinci serta keuntungan pemasangan sistem panel solar ini haruslah dikaji melibatkan kedua-dua skim FIT dan NEM, yang boleh menguntungkan pihak pengurusan institusi pengajian tahfiz ini.

PENGHARGAAN

Penghargaan diberikan kepada Kementerian Pengajian Tinggi (KPT) di atas geran penyelidikan FRGS Sesi 2019 – 2020, semua sukarelawan yang terlibat di dalam projek penyelidikan ini, terutamanya staf-staf Jabatan Ukur Bangunan, Fakulti Senibina, Perancangan dan Ukur, UiTM Cawangan Perak, Unit Hal Ehwal Islam (UHEI) UiTM Cawangan Perak, Majlis Daerah Perak Tengah (MDPT), badan-badan bukan kerajaan (NGO), terutama sekali ahli-ahli Kumpulan Suapan Barakah Perak, kontraktor-kontraktor yang menyumbang dana ke arah merealisasikan projek kemasyarakatan ini serta pihak pengurusan Maahad Tahfiz Al-Quran Wal-Qiraat Addin 2 Parit yang membenarkan kajian ini dilaksanakan di bangunan milik mereka.

RUJUKAN

- Ahmad, N. A., Che Ahmad, A., Byrd, H., & Hussain, N. H. (2019), Establishing Solar Village Communities in Malaysia towards a Self-Sufficient Electricity Lifestyle: The Feasibility Study. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 8(5S), 277–281.
- Ahmad, N. A., Salleh, A., & Jamil, S. J. T. (2019), A Case Study on The Potential Photovoltaic Applications in Langkawi Island. *Journal of Sustainability Science and Management*, 14(3), 35–42.
- Amin, C. W. B., & Abdul Aziz, M. (2019, September 17), *Tarif Elektrik Berbeza Ikut Waktu*. *Berita Harian*. Retrieved from <https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2019/09/607751/tarif-elektrik-berbeza-ikut-waktu>.
- Aziz, A., Wahid, A., Arief, Y., & Aziz, Ab. N. (2016), Evaluation of Solar Energy Potential in Malaysia. *Trends in Bioinformatics*, 9, 35–43. <http://dx.doi.org/10.3923/tb.2016.35.43>.
- Cloke, J., Mohr, A., & Brown, E. (2017), *Imagining Renewable Energy: Towards A Social Energy Systems Approach to Community Renewable Energy Projects In The Global South*. Narratives and Storytelling in Energy and Climate Change Research, 31, 263–272. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.06.023>.
- Denholm, P., Drury, E., Margolis, R., & Mehos, M. (2010), Chapter 10—Solar Energy: The Largest Energy Resource. In F. P. Sioshansi (Ed.), *Generating Electricity in a Carbon-Constrained World* (pp. 271–302). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-1-85617-655-2.00010-9>.
- e-Dana (2020), e-Dana Fund Management System: Retrieved from edana.mosti.gov.my.
- Fluke (2020), *Power and Energy Loggers*. Retrieved from <https://www.fluke.com/en-my/products/electrical-testing/power-and-energy-loggers>.
- Ismail, M. J., Mohamad, S., Puji, T. I. Z. T., & Yusof, N. H. (2017), Strategi Kecemerlangan Institusi Pendidikan Tahfiz Al-Quran Di Malaysia: Satu

Tinjauan Literatur. *Jurnal Islam Dan Masyarakat Kontemporari*, 15(1)
<https://journal.unisza.edu.my/jimk/index.php/jimk/article/view/220>.

Mahpar, N (2019, Mac), TNB, *JKR Buat Kajian Pasang Bumbung Solar*.
Berita Harian. Retrieved from <https://www.mida.gov.my/home/8461/news/tnb-jkr-buat-kajian-pasang-bumbung-solar/>.

MESTECC (2019), Ministry of Energy, Green, *Technology and Water Report Data*. Retrieved from http://www.data.gov.my/data/en_US/organization/about/ministry-of-energy-green-technology-and-water.

MOSTI (2019), Official Portal Ministry of Science, Technology and Innovation (MOSTI). Retrieved from <https://www.mestecc.gov.my/web/en/eservices/>.

NBOS (2012), *National Blue Ocean Strategy (NBOS)*. Retrieved from <http://uctc.uthm.edu.my/index.php/national-blue-ocean-strategy-nbos>.

Re FIT (2018), *Solar Panel Installation Packages. Affordable Solar Power for Every Home*. Retrieved from <https://www.solarmalaysia.com.my/>.

Roslan, R. (2017, July 10), Semakan Tarif Elektrik TNB. *Kosmo*, 6. 9 Apr 2020.

Rosli, R. M. (2019, Mei), *UniMAP Sumbang Tenaga Solar Berteknologi Tinggi*. *Sinar Harian*. Retrieved from <https://www.sinarharian.com.my/article/29282/EDISI/Utara/UniMAP-sumbang-tenaga-solar-berteknologi-tinggi>.

SEDA (2016), *SEDA Annual Report 2016*. Retrieved from <http://www.seda.gov.my/download/seda-annual-report/>.

TNB (2014), *Electricity Tariff Schedule*. TNB. Retrieved from https://www.tnb.com.my/assets/files/Tariff_Rate_Final_01.Jan.2014.pdf.

UNDP (2015), UNDP Energy Projects (pp. 1–8). *United Nations Development Program*. Retrieved from https://www.undp.org/content/dam/washington/docs/CountryPapers/NEW_Papers/Energy%20Projects.pdf.

UNHCR (2008), *A Community-based Approach in UNHCR Operations* (1st ed., Vol. 1). Office of the United Nations High Commissioner for Refugees. <https://www.unhcr.org/47f0a0232.pdf>.

Yunus, R. (2017, November 14), Malaysia's Annual Energy Usage to Increase 4.8% by 2030. *The Malaysian Reserve*. Retrieved from [https://themalaysianreserve.com/2017/11/14/malaysias-annual-energy-usage-increase-4-8-2030/\(N.d.\)](https://themalaysianreserve.com/2017/11/14/malaysias-annual-energy-usage-increase-4-8-2030/(N.d.)).

Zainudin, A. (2018, February 20), Malam Sudah Bercahaya. *Harian Metro*. Retrieved from <https://www.hmetro.com.my/hati/2018/02/314473/malam-sudah-bercahaya>.