



Sistem Smart ZEB Merealisasikan Bangunan Rendah Karbon Selari Matlamat Pembangunan Mampan

Zainolrin bin Saari^{a,*}, Suhana binti Ismail^a, Siti Farah binti Hussin^a, Abdul Aziz bin Jamaludin^b

^aJabatan Teknologi Maklumat dan Komunikasi, Politeknik Mersing, Johor, Malaysia

^bJabatan Matematik, Sains dan Komputer, Politeknik Mersing, Johor, Malaysia

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima 00 Desember 00

Diterima setelah direvisi 00 Januari 00

Disetujui 00 Februari 00

Kata kunci:

Rendah Karbon

Matlamat Pembangunan Mampan

Tenaga Boleh Diperbaharui

Abstract- The issue of excessive energy use and global warming due to the release of high greenhouse gases (GHG) into the atmosphere threatens the environment. Among the contributors to this problem is the practice of excessive energy consumption, especially in the building sector. The United Nations has adopted 17 Sustainable Development Goals (SDGs) indicators, one of which is reducing carbon emissions by 2030. This study aims to design, develop and test the ZEB Smart System to create sustainability in conventional buildings to low-carbon buildings. The system highlights green technology through internet of things (IoT) applications as a monitoring and controlling tool in addition to the use of energy-saving equipment and renewable energy consumption practices. The study found that more than 76% of energy savings and carbon emissions can be implemented with savings of 0.6% of utility payments at Mersing Polytechnic. This can indirectly maintain the sustainability of conventional buildings to low-carbon buildings. The development of this system supports the National Sustainable Development Agenda 2030 from elements of economic, social and environmental sustainability that are in line with the indicators of SDG7, SDG9, SDG11, SDG13 and SDG16.

Intisari- Isu guna tenaga berlebihan dan pemanasan global akibat daripada pembebasan gas rumah hijau (GHG) yang tinggi ke atmosfera mengancam alam sekitar. Antara penyumbang kepada permasalahan ini adalah amalan penggunaan tenaga berlebihan terutamanya di sektor bangunan. Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu telah mengariskan 17 indikator Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) dengan salah satunya adalah mengurangkan pembebasan karbon menjelang tahun 2030. Kajian ini bertujuan untuk mereka bentuk, membangun dan menguji Sistem Smart ZEB bagi mewujudkan kelestarian pada bangunan konvensional kepada bangunan rendah karbon. Sistem ini mengetengahkan teknologi hijau melalui aplikasi internet of things (IoT) sebagai alat memantau dan mengawal di samping penggunaan peralatan jimat tenaga dan amalan penggunaan tenaga boleh diperbaharui. Dapatan kajian mendapati lebih 76% penjimatan tenaga dan pembebasan karbon dapat dilaksanakan dengan penjimatan sebanyak 0.6% bayaran utiliti di Politeknik Mersing. Ini secara tidak langsung dapat mengekalkan kelestarian bangunan konvensional kepada bangunan rendah karbon. Pembangunan sistem ini menyokong kepada Agenda Pembangunan Mampan Negara 2030 dari elemen kemampanan ekonomi, sosial dan persekitaran yang selari dengan indikator SDG7, SDG9, SDG11, SDG13 dan SDG16

1. Pendahuluan

Pembebasan gas rumah hijau (GHG) antara faktor utama kepada isu pemanasan global. Sektor bangunan dikenal pasti sebagai penyumbang utama kepada peningkatan suhu global akibat daripada pembebasan gas karbon dioksida yang berlebihan. Hampir 50% daripada pembebasan gas karbon dioksida pada bangunan hasil daripada penjana tenaga elektrik (Kalsum, 2019). Justeru itu, penggunaan tenaga yang efisien

membantu mengurangkan pembebasan gas karbon dioksida dan secara tidak langsung dapat menyelamatkan alam sekitar. Permintaan yang tinggi dalam sektor pembinaan menyebabkan semakin banyak bangunan baru dibina. Sebagai langkah mengurangkan pembebasan gas karbon dioksida ke atmosfera melalui sektor bangunan, kerajaan perlu menggalakkan pembinaan bangunan bercirikan mesra alam dengan penggunaan tenaga yang cekap. Pembinaan bangunan yang mesra alam dapat mengurangkan pembebasan GHG ke atmosfera yang secara tidak langsung dapat

* Corresponding Author:

E-mail: zainolrin@pmj.edu.my (Zainolrin bin Saari)

menyokong hasrat kerajaan ke arah bandar rendah karbon 2030 (Wira, 2017). Pada masa kini, kebanyakan penduduk di dunia mengamalkan amalan penggunaan tenaga berlebihan yang secara tidak langsung menjadi punca kepada isu pemanasan global. Menerusi satu kajian yang dijalankan oleh *BP Statistic Review of World Energy 2019* (Ethel Khoo, 2019), pembebasan karbon dioksida di Malaysia pada tahun 2018 meningkat sebanyak 3.6% daripada tahun 2017 iaitu sebanyak 241.6 juta tan metrik. Sektor tenaga, pengangkutan dan sisa pepejal dikenal pasti sebagai sumber utama pelepasan karbon dioksida. Pada tahun 2015, menerusi Persidangan Perubahan Iklim Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu yang berlangsung di Perancis, kerajaan Malaysia telah menunjukkan sokongan dan komited untuk melaksanakan pengurangan pembebasan gas karbon dioksida sehingga 45% pada tahun 2030.

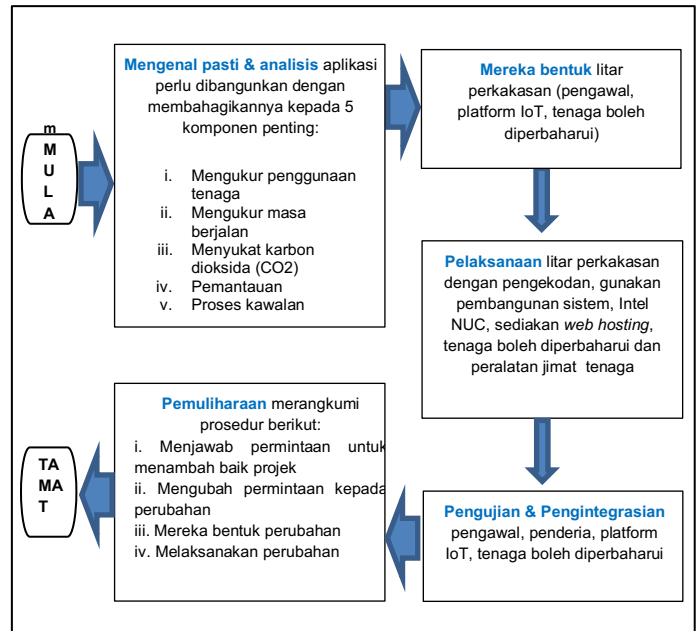
Justeru itu, bagi merealisasikan Agenda Pembangunan Mampan Negara menjelang 2030 satu mekanisme perlu diwujudkan bagi mengekalkan kelestarian bangunan konvensional kepada bangunan rendah karbon. Tiga (3) komponen utama dikenal pasti dalam melestarikan bangunan konvensional yang rendah karbon iaitu, menggunakan peralatan elektrik yang jimat tenaga, mengintegrasikan tenaga boleh diperbaharui dan penggunaan teknologi hijau seperti sistem pemantauan berteknologi *internet of things* (IoT) sebagai platform pemantauan dan kawalan.

Sistem Smart ZEB dibangunkan bertujuan untuk menyokong kepada kelestarian bangunan konvensional kepada bangunan rendah karbon. Pembangunan sistem ini menyokong kepada Dasar Negara ke arah revolusi perindustrian 4.0 dengan penggunaan teknologi IoT dalam memantau dan mengawal kecekapan penggunaan tenaga serta pembebasan karbon. Pembangunan sistem ini menyokong kepada indikator Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) melalui elemen kemampanan iaitu ekonomi (SDG9 dan SDG11), sosial (SDG16) dan persekitaran (SDG7, SDG11 dan SDG13). Bagi merealisasikan bangunan rendah karbon, kajian yang dijalankan ini bermatlamat untuk:

- a. Membangunkan Sistem Smart ZEB yang efisien terhadap kecekapan penggunaan tenaga melalui penggunaan peralatan jimat tenaga
- b. Menguji Sistem Smart ZEB melalui penggunaan teknologi hijau menggunakan teknologi IoT
- c. Menilai keupayaan Sistem Smart ZEB terhadap penggunaan tenaga boleh diperbaharui

2. Metodologi Penelitian

Pembangunan Sistem Smart ZEB dilaksanakan menerusi dua fasa iaitu fasa pengujian prototaip di makmal dan fasa pengujian lapangan di Pusat Sukan, Politeknik Mersing. Secara umumnya, metodologi pembangunan Sistem Smart ZEB menggunakan model *Software Development Life Cycle* (SDLC). Rajah 3.1 di bawah menunjukkan carta alir metodologi pembangunan Sistem Smart ZEB menggunakan Model SDLC yang melibatkan 5 peringkat iaitu mengenal pasti dan analisis, mereka bentuk, pelaksanaan, pengujian dan pengintegrasian serta pemuliharaan.



Gambar 1. Carta alir metodologi pembangunan Sistem Smart ZEB menggunakan Model SDLC

3. Hasil dan Pembahasan

Terdapat lima (5) jenis peralatan elektrik yang digunakan di bangunan Pusat Sukan, Politeknik Mersing iaitu alat penghawa dingin (20.7%), lampu kalimantang (42.9%), kipas siling (11.5%), peti sejuk (17.6%) dan komputer (7.3%). Penggunaan tenaga bagi peralatan elektrik yang terbesar adalah lampu kalimantang. Namun, terdapat perbezaan yang ketara selepas penukaran lampu kalimantang kepada lampu LED berkuasa rendah dan peralatan elektrik jenis jimat tenaga yang lain. Dapatan kajian menunjukkan penggunaan tenaga keseluruhan berkurangan daripada 2,404 kWj kepada 483 kWj sebulan. Secara keseluruhannya sebanyak 76.3% penjimatan tenaga dan pembebasan karbon dapat dilaksanakan menerusi penggunaan peralatan elektrik jimat tenaga. Menerusi penyelenggaraan peralatan dan menaik taraf fasiliti sedia ada serta penggunaan peralatan elektrik jimat tenaga dapat mengawal penggunaan tenaga berlebihan di sektor bangunan (Imanurezeki, 2018). Dalam laporan Interim Pelan Tindakan Perbandaran Rendah Karbon Bandar Baru Bangi 2035 (Kalsum, 2019) menyatakan sektor bangunan di Malaysia antara pengguna tenaga terbesar iaitu hampir 50% daripada tenaga keseluruhan yang dijana dengan aktiviti di dalam bangunan pula menggunakan hampir 80% tenaga elektrik. Justeru itu, pihak kerajaan telah melancarkan pelbagai kempen kesedaran kepada masyarakat terhadap kepentingan penggunaan produk jimat tenaga dan mesra alam. Ini dapat dilihat menerusi Dasar Teknologi Hijau Negara (Hamidi et al., 2016).

Rajah 4.1 di bawah menunjukkan paparan kawalan dan pemantauan platform IoT yang dapat dilihat pada paparan komputer dan telefon mudah alih. Antara butang kawalan yang terdapat pada platform IoT ini adalah suis kawalan lampu secara jarak jauh. Pada paparan pemantauan dapat dilihat bacaan masa nyata bagi voltan, arus, kuasa dan karbon dioksida.

Gambar 2. Paparan panel kawalan dan graf pemantauan Sistem Smart ZEB pada paparan komputer dan telefon mudah alih



Teknologi hijau yang merujuk kepada pembangunan perisian, aplikasi produk, peralatan serta sistem berkonsepkan mesra alam dengan pembebasan karbon yang minima dapat menangani isu pemanasan global (Iskandar, 2015). Menerusi aplikasi kawalan dan pemantauan terhadap tenaga serta peralatan elektrik dapat membantu mengurangkan penggunaan tenaga pada sektor bangunan yang secara tidak langsung mengurangkan pembebasan gas karbon dioksida ke atmosfera (Saufi, 2022). Penggunaan tenaga solar amat sesuai digunakan sebagai tenaga boleh diperbaharui pada Sistem Smart ZEB dalam memastikan kelestarian pada bangunan konvensional kepada bangunan rendah karbon. Ini kerana tenaga solar yang digunakan pada bangunan mempunyai struktur bumbung yang tinggi dan mudah menerima pancaran cahaya matahari (Hamidah et al., 2019). Sebagai contoh, SEDA Malaysia telah membuktikan penggunaan tenaga efisien di pejabatnya dan berjaya menjimatkan penggunaan tenaga sehingga 47,000 kWJ setahun dengan pengurangan pembebasan karbon sebanyak 32 tan setahun (SEDA, 2021). Justeru itu, penggunaan tenaga boleh diperbaharui dapat mengurangkan pembebasan gas karbon dioksida ke atmosfera yang secara tidak langsung dapat memastikan keselamatan dan kelestarian alam sekitar.

Referensi

- [1]. Alyssa, Norwahida, Aziz, Hilmi, Atiah & Hasamizi, (2020). *Kesediaan dan Potensi Masyarakat Di Malaysia ke arah Negara Rendah Karbon*. Jurnal Pengajian Umum Asia Tenggara 21(2020): 114–122. doi.or:g/10/17576/malim-2020-2101-09
- [2]. Ethel Khoo (2019). *Malaysia continues efforts to reduce carbon footprint*. Dimuat turun pada 20 Jun 2021 <https://www.theedgemarkets.com/article/malaysia-continues-efforts-reduce-carbon-footprint>
- [3]. Fatin, (2020). *Terokai Matlamat Pembangunan Mampan Menuju 2030*. UTM. Dimuat turun pada 20 Jun 2021 <https://humanities.utm.my/omelet/2020/09/14/terokai-matlamat-pembangunan-mampan-menuju-2030>
- [4]. Hamidah Haneym, Ismawati Zakaria, Mohd Shukor Othman (2019). *Tenaga Boleh Diperbaharui Bagi Penjanaan Tenaga Elektrik Di Malaysia : Satu Kajian Literatur*. Journal on Technical and Vocational Education (JTVE), Vol 4 No 3:Special Edition NASCO (2019) eISSN: 0128-0821
- [5]. Hamidi, Hamim & Mustafa, (2016). *Tahap Pengkomersilan Produk Elektrik Bercirikan Teknologi Hijau di Malaysia: Kajian Kes Kawasan Bandaraya Kuala Lumpur*. Malaysian Journal of Society and Space 12 issue 5(2016): 130-135. ISSN2180-2491
- [6]. Hamzah (2015, Januari). *Najib : Kemusnahan Infrastruktur Akibat Banjir Hampir RM2.9 Bilion* Dimuat turun pada 11 Mei 2021 <https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2015/01/30410/najib-kemusnahan-infrastruktur-akibat-banjir-hampir-rm29-bilion>
- [7]. Imanurezeki, Adzura, Noraishah, Nurhamieza & Nadrah (2013). *Pengurusan Penggunaan Tenaga Elektrik di Kolej Kediaman Universiti ke arah Kampus Lestari*. NASDEQ 2018 eISBN 978-967-2171-38-6
- [8]. Iskandar, (2015, Mac). *Teknologi Hijau Tingkat Kualiti Hidup, Pacu Ekonomi Negara*. Dimuat turun pada 20 Jun 2021 <https://www.bharian.com.my/taxonomy/term/61/2015/03/40615/teknologi-hijau-tingkat-kualiti-hidup-pacu-ekonomi-negara>
- [9]. Kalsum, (2019). *Laporan Interim Pelan Tindakan Perbandaran Rendah Karbon Bandar Baru Bangi 2035*. Tanjung Malim : UPSI Holding
- [10]. Kementerian Alam Sekitar dan Air (KASA) (2020). *Garis Panduan Perolehan Hijau Kerajaan 3.0*. Dimuat turun pada 11 Mei 2021 <https://www.myhijau.my/wp-content/uploads/2021/01/GGP-Guidelines-3.0.pdf>
- [11]. Mohd Wira, (2017). *Modul Teknologi Hijau : Asas Kelestraian Hijau (Panduan Guru)*. Pulau Pinang: CETREE USM.
- [12]. Muhammad Saufi Hassan (2022). *Impak Teknologi Hijau*. Dimuat turun pada 31 Mei, 2022 <https://www.hmetro.com.my/itmetro/2022/05/847340/impak-teknologi-hijau>
- [13]. Naim, Chamhuri & Sarah (2015). *Kajian Empirikal Amalan Perolehan Hijau Kerajaan di Malaysia*. Prosiding PERKEM 10, Jilid 2 (2015): 338-349. ISSN:2231-962X
- [14]. Nazaruddin, Kamarudin & Akhtar (2012). *Konsep Bangunan Lestari*. 1st International Conference on Innovation and Technology for Sustainable Built Environment
- [15]. Perbendaharaan Malaysia (MOF) (2020). *Punca Kuasa, Prinsip dan Dasar Perolehan Kerajaan*. Dimuat turun pada 11 Mei 2021 <https://1pp.treasury.gov.my/>
- [16]. Pihak Berkuasa Pembangunan Tenaga Lestari (SEDA) (2021). *Penilaian Greenpass Sukarela Bangunan Tenaga Lestari Rendah Karbon*. Dimuat turun pada 11 Mei 2021 <http://www.seda.gov.my/>
- [17]. Rahimi, Rapidah, Zulfadly, Najatulmuna & Danny (2019). *Keberkesanan dan Kesan Penggunaan Lampu LED Terhadap Penjimatan Tenaga dan Bil Elektrik di Blok K11A Kolej Burhanuddin Helmi, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi*. Jurnal Personalia Pelajar 22(1): 19-29
- [18]. Rokiah & Hamidi (2013). *Kesedaran Mengenai Penjimatan Tenaga Elektrik dan Kelestarian Alam Sekitar*. Prosiding PERKEM VIII, Jilid 2 (2013): 977-990. ISSN:2231-962X
- [19]. Suruhanjaya Tenaga (ST) (2020). *Laporan Tahunan 2019*. Dimuat turun pada 11 Mei 2021 <https://www.parlimen.gov.my/ipms/eps/2020-12-15/ST.148.2020%20-%20ST%20148.2.020.pdf>
- [20]. Wan Syakirah, Miszaina, Mohd Zainal Abidin, Renuga Veriyah (2019). *The Potential and Status of Renewable Energy Development in Malaysia*. energies MDPI