

## **PELAKSANAAN PROJEK BANDAR RENDAH KARBON DI BANDAR BARU BANGI, SELANGOR**

### *IMPLEMENTATION OF LOW CARBON CITIES PROJECT IN BANDAR BARU BANGI, SELANGOR*

Nor Kalsum Mohd Isa<sup>1\*</sup>, Noor Fazamimah Mohd Ariffin<sup>2</sup>, Mohd Yazid Mohd Yunos<sup>3</sup>, Abdul Hamid Akub<sup>4</sup>, Mohd Hairy Ibrahim<sup>5</sup>, Siti Aisyah Mohamad Zin<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Jabatan Geografi dan Alam Sekitar, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia

Email: norkalsum@fsk.upsi.edu.my

<sup>2</sup> Jabatan Senibina Landskap, Fakulti Rekabentuk dan Senibina, Universiti Putra Malaysia

Email: fazamimah@upm.edu.my

<sup>3</sup> Jabatan Senibina Landskap, Fakulti Rekabentuk dan Senibina, Universiti Putra Malaysia

Email: mohdyazid@upm.edu.my

<sup>4</sup> AHA Planning Consultant, No.3A & 3B-2, Jalan Reko Sentral 1, Taman Reko Sentral, 43000 Kajang, Selangor

Email: ahaplanning@gmail.com

<sup>5</sup> Jabatan Geografi dan Alam Sekitar, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia

Email: hairy@fsk.upsi.edu.my

<sup>6</sup> Jabatan Pengajian Kemasyarakatan dan Kewarganegaraan, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia

Email: aisyah.zin@fsk.upsi.edu.my

\* Corresponding Author

#### **Article Info:**

##### **Article history:**

Received date: 01.07.2021

Revised date: 16.08.2021

Accepted date: 30.09.2021

Published date: 31.10.2021

##### **To cite this document:**

Isa, N. K. M., Ariffin, N. F. M., Yunos, M. Y. M., Akub, A. H., Ibrahim, M. H., & Zin, S. A. M. (2021). Pelaksanaan Projek Bandar Rendah Karbon Di Bandar Baru Bangi, Selangor. *Journal of Tourism,*

Copyright © GLOBAL ACADEMIC EXCELLENCE (M) SDN BHD - All rights reserved

#### **Abstrak:**

Semasa Persidangan Iklim Pertubuhan Bangsa-bangsa Bersatu (COP15) pada tahun 2009, Malaysia telah berikrar untuk mengurangkan pelepasan karbon negara sehingga 40% menjelang tahun 2020 berbanding 2005. Manakala, dalam Perjanjian Paris pada tahun 2015, ikrar tersebut telah diperbaharui kepada pengurangan intensiti pelepasan gas rumah hijau daripada Keluaran Dalam Negara Kasar (KDNK) sebanyak 45% menjelang tahun 2030. Justeru, Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air (KeTTHA) telah melancarkan sebuah rangka kerja bandar rendah karbon yang dikenali sebagai 'Low Carbon Cities Framework and Assessment System' (LCCF) bagi merealisasikan ikrar tersebut. Berikutan pelancaran tersebut, Kerajaan Negeri Selangor telah menetapkan supaya LCCF diguna pakai dalam perancangan dasar bandar di semua Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) Negeri Selangor untuk menyumbang kepada pengurangan intensiti pelepasan karbon. Bandar Baru Bangi

*Hospitality and Environment  
Management*, 6 (25), 189-206.

DOI: 10.35631/JTHERM.625014.

This work is licensed under [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



merupakan sebuah bandar di bawah pentadbiran PBT Majlis Perbandaran Kajang (MPKj) yang melaksanakan projek LCCF untuk mencapai sasaran penurunan karbon sebanyak 45%, seterusnya muncul sebagai sebuah bandar rendah karbon yang mampan dan selesa didiami menjelang tahun 2035. Artikel ini membincangkan pengalaman pelaksanaan projek LCCF di bandar tersebut serta pencapaian penurunan karbon hasil daripada pelaksanaannya.

#### Kata Kunci:

Bandar Rendah Karbon, LCCF, Pelepasan Karbon, Bandar Mampan

#### Abstract:

During the United Nations Climate Conference (COP15) in 2009, Malaysia pledged to reduce the country's carbon emissions by up to 40% by 2020 compared to 2005. Meanwhile, in the Paris Agreement in 2015, the pledge was renewed to reduce the intensity of greenhouse gas emissions from Gross Domestic Product (GDP) by 45% in 2030. Thus, the Ministry of Energy, Green Technology and Water (MEGTW) has launched a low carbon cities framework known as the 'Low Carbon Cities Framework and Assessment System' (LCCF) to realize the pledge. Following the launch, the Selangor State Government has determined that the LCCF be adopted in urban planning policies in all Selangor local authorities in order to contribute to a reduction in carbon emissions intensity. Bandar Baru Bangi is a city under the administration of the local authority of Kajang Municipal Council (MPKj) which implements the LCCF project to achieve a carbon reduction target of 45%, subsequently emerging as a low carbon city that is sustainable and comfortable to live in by 2035. This article discusses the implementation experience of the LCCF project in the city as well as the achievement of carbon reduction as a result of its implementation.

#### Keywords:

Low Carbon Cities, LCCF, Carbon Emissions, Sustainable Cities

## Pengenalan

Pelepasan gas rumah hijau (GHG) adalah penyumbang utama perubahan iklim. GHG biasanya dikira sebagai setara karbon dioksida ( $\text{CO}_2\text{e}$ ) yang sering disebut sebagai "pelepasan karbon" ketika membincangkan pemanasan global atau kesan rumah hijau. UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) telah melaporkan bahawa terdapat enam (6) gas utama yang menyumbang kepada pemanasan global dan perubahan iklim iaitu karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), metana ( $\text{CH}_4$ ), nitrous oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ), *chlorofluorocarbons* (CFCs), *hydro fluorocarbons* (HFCs) dan HFCs ( $\text{SF}_6$ ). Jumlah pelepasan gas karbon dioksida adalah yang terbesar berbanding lima (5) yang lain serta telah digunakan sebagai penanda aras bagi mengukur potensi pemanasan global (GWP) untuk gas-gas tersebut. Data daripada United States Environmental Protection Agency pada tahun 2020 menunjukkan bahawa pada tahun 2018, karbon dioksida global dilepaskan sebanyak 81%, diikuti metana sebanyak 10%, nitrus oksida sebanyak 7% dan *fluorinated gases* sebanyak 3% (KeTTHA, 2017; United States Environmental Protection Agency, 2020; Isa et al., 2020).

Malaysia telah menzahirkan komitmen untuk mengurangkan pelepasan karbon negara sehingga 40% menjelang tahun 2020 semasa Sidang Kemuncak Iklim ke-15 (COP15) pada tahun 2009. Semasa Perjanjian Paris (COP21) pada tahun 2015 pula, ikrar ini telah diperbaharu dengan sasaran pengurangan GHG sebanyak 45% menjelang tahun 2030 (JPBDSM, 2016; KeTTHA, 2017; Isa et al., 2019; Isa et al., 2020). Pada tahun 2011 Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air (KeTTHA) atau kini dikenali sebagai Kementerian Alam Sekitar dan Air (KASA) telah melancarkan sebuah rangka kerja yang dikenali sebagai '*Low Carbon Cities Framework and Assessment System*' (LCCF) bagi merealisasikan komitmen tersebut (KeTTHA, 2011; Isa, 2019). LCCF dilancarkan untuk membantu pihak berkepentingan seperti pemaju, pihak berkuasa tempatan (PBT), perancang bandar, pertubuhan bukan kerajaan dan orang awam bagi mengurangkan pelepasan karbon di bandar melalui pelaksanaan projek bandar rendah karbon. Ia juga mendorong pihak berkepentingan untuk menilai semula aspek-aspek utama dalam perancangan dan pembangunan projek baharu serta projek sedia ada untuk mengambil kira keperluan rendah karbon. Sehingga hari ini, rangka kerja LCCF telah mengguna pakai versi keduanya yang diterbitkan pada tahun 2017 (KeTTHA, 2017; Isa, 2019).

Seiringan dengan itu, melalui Rancangan Malaysia Kesebelas (RMK11), Malaysia telah menetapkan untuk menjadi sebuah negara maju melalui pembangunan rendah karbon, berdaya tahan dan inklusif serta penggunaan sumber yang cekap (Kerajaan Malaysia, 2015; Isa et al., 2019). Hasrat ini telah diterjemahkan dalam Dasar Perbandaran Negara Kedua (DPN2) dengan membawa visi 'Bandar yang Mampan untuk Kesejahteraan Rakyat'. Visi tersebut memberikan penekanan kepada urus tadbir bandar yang baik dan cekap, di samping memastikan segala keperluan masyarakat bandar dapat dipenuhi secara optimum. DPN2 telah menjadi pemacu perubahan kepada pembangunan hijau dan persekitaran bersih melalui prinsip kelimanya yang bertunjangkan 7 objektif, 12 strategi dan 29 tindakan yang melibatkan pelbagai pihak termasuk agensi pelaksana, agensi pemantau dan agensi sokongan. Antara strategi yang disarankan ialah penerapan elemen-elemen pembangunan hijau dalam dokumen perancangan dengan memastikan semua rancangan pemajuan mengambil kira elemen pembangunan bandar hijau dan rendah karbon secara menyeluruh.

Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Negeri (JPBD Negeri) merupakan agensi pelaksana yang paling tepat untuk melaksanakan strategi ini dengan sokongan PBT dan pihak lain. Selain itu, penglibatan dalam skim akreditasi bangunan hijau dan bandar rendah karbon perlu ditingkatkan dengan menggalakkan pembinaan bangunan yang berkonsepkan bangunan hijau dan rendah karbon. Pihak Jabatan Kerja Raya (JKR) disarankan untuk retrofit bangunan kerajaan bagi mendapatkan akreditasi bangunan hijau dan rendah karbon. Manakala, pihak PBT perlu memainkan peranan sebagai pelaksana bagi mengurangkan intensiti karbon melalui pengurangan penggunaan tenaga dan air dalam bangunan dengan memberi insentif kepada isi rumah yang menggunakan kemudahan teknologi hijau, atau yang membuat ubah suai ke atas bangunan perniagaan lama bagi mengurangkan penggunaan tenaga dan air. PBT juga disaran untuk merancang pembangunan mobiliti bandar yang berorientasikan pejalan kaki, berbasikal dan pengangkutan awam yang cekap dengan menyediakan kemudahan tempat letak basikal di pusat tumpuan komuniti, pusat perdagangan, bangunan-bangunan kerajaan dan stesen pengangkutan awam (Isa, 2019; JPBDSM, 2016). Strategi yang digariskan dalam DPN2 ini dapat dirancang dan diterjemahkan dengan teliti melalui perancangan dan pembangunan sebuah bandar rendah karbon.

Pelan Tindakan Teknologi Hijau Selangor (2016-2018) telah menetapkan pelaksanaan bandar rendah karbon di negeri tersebut yang mana LCCF akan diguna pakai dalam perancangan dasar bandar dan di peringkat keputusan di semua PBT menjelang tahun 2020. Lima (5) buah PBT telah dipilih sebagai perintis yang menerima pakai LCCF ini iaitu Majlis Bandaraya Petaling Jaya, Majlis Bandaraya Shah Alam, Majlis Perbandaran Subang Jaya, Majlis Perbandaran Sepang dan Majlis Perbandaran Klang. Pelancaran Pelan Tindakan ini merupakan usaha Kerajaan Negeri Selangor ke arah pembangunan ekonomi lestari dalam pencapaian status negeri maju di samping menyumbang kepada pengurangan 40% intensiti pelepasan karbon kepada paras Keluaran Dalam Negara Kasar (KDNK) pada tahun 2020 dan 45% pada tahun 2035. Menjelang tahun 2030, Pelan Tindakan Teknologi Hijau Selangor menasaskan sekurang-kurangnya 4 buah bandar di Negeri Selangor akan dinobatkan sebagai bandar hijau di peringkat antarabangsa (Jawatankuasa Tetap Alam Sekitar Negeri, 2018). Artikel ini seterusnya akan mengupas sorotan literatur diikuti perbincangan mengenai pengalaman pelaksanaan projek bandar rendah karbon di Bandar Baru Bangi yang berada di bawah blok pentadbiran Kajang di kawasan Majlis Perbandaran Kajang (MPKj) di Negeri Selangor serta pencapaian penurunan karbon hasil daripada pelaksanaan tersebut.

### **Sorotan Literatur**

Bahagian sorotan literatur ini akan mengupas mengenai definisi serta pengalaman pelaksanaan konsep bandar rendah karbon di Malaysia dan negara lain secara umum. Ia juga membincangkan mengenai metodologi pelaksanaan dan penilaian projek bandar rendah karbon khususnya dalam konteks Malaysia.

### ***Bandar Rendah Karbon***

Pelepasan karbon dalam konteks bandar rendah karbon didefinisikan oleh Bank Dunia sebagai gas karbon ( $\text{CO}_2$ ) yang dilepaskan di bandar oleh proses pembakaran bahan api fosil dan juga proses penghasilan simen termasuk karbon dioksida yang dilepaskan semasa penggunaan pepejal, cecair, bahan bakar gas dan pembakaran gas (The World Bank, 2021). Manakala, bandar rendah karbon pula merupakan bandar yang mempunyai masyarakat yang menggunakan teknologi hijau secara lestari, mempraktikkan amalan hijau serta bandar tersebut melepaskan karbon atau GHG yang secara relatifnya rendah berbanding dengan amalan semasa bagi mengelakkan kesan buruk ke atas perubahan iklim (JPBDSM, 2016; KeTTHA, 2017). Definisi ini digunakan secara meluas di Malaysia termasuk dalam dokumen rasmi seperti DPN2 dan LCCF. Walaupun terdapat banyak definisi lain yang wujud tentang bandar rendah karbon serta indikator pengukurannya, namun majoriti daripadanya bersetuju bawa konsep bandar rendah karbon ini adalah daripada payung yang sama iaitu ‘pembangunan lestari’ yang menekankan pembangunan yang memenuhi keperluan masa kini tanpa kompromi terhadap kemampuan generasi akan datang untuk memenuhi keperluan mereka (Tan et al., 2017).

Bandar merupakan unit asas pembangunan ekonomi dan enjin pertumbuhan negara masa hadapan. Jumlah penduduk dunia yang tinggal di bandar dijangka akan meningkat kepada 5 billion menjelang tahun 2030. Di Malaysia, penduduk yang tinggal di bandar juga dijangka meningkat daripada 20.29 juta (71%) pada tahun 2010 kepada 27.30 juta (79.6%) menjelang tahun 2025. Sebanyak 75% daripada KDNK di negara Malaysia bertumpu di bandar terutamanya bandar-bandar yang terletak dalam Konurbasi Nasional, Konurbasi Utara,

Konurbasi Selatan dan Konurbasi Timur (JPBDSM, 2016). Berikutan populasi penduduk yang tinggi serta pelbagai aktiviti ekonomi yang dijalankan di bandar, menjadikan bandar sebagai penyumbang tertinggi kepada pelepasan karbon global iaitu sebanyak 70% (Carbon Disclosure Project, 2011). Oleh kerana bandar adalah penyumbang tertinggi pelepasan karbon, maka adalah wajar untuk bandar menjadi titik fokus kepada pengurangan pelepasan karbon global.

Definisi bandar dalam konteks negara Malaysia ialah 'kawasan yang diwartakan serta kawasan tepu bina yang bersempadan dengannya dan gabungan kedua-dua kawasan ini mempunyai penduduk 10,000 orang atau lebih atau kawasan pembangunan khusus yang terletak lebih dari 5 km dan mempunyai penduduk 10,000 orang, sekurang-kurangnya 60% penduduknya yang berumur 15 tahun dan ke atas terlibat dalam aktiviti bukan pertanian dan pusat pentadbiran daerah (walaupun penduduknya kurang daripada 10,000 orang)'. Definisi ini diguna pakai bagi memudahkan pengawalan perancangan dan pembangunan di kawasan perbandaran negara tersebut (JPBDSM, 2016). Dalam menangani kadar perbandaran yang pesat, Malaysia memerlukan sistem perancangan dan pengurusan perkhidmatan bandar yang lebih sistematik, terancang, cekap dan lestari. Pertambahan penduduk dan peningkatan aktiviti ekonomi di bandar-bandar telah memberi tekanan besar kepada sistem pengangkutan kerana perlu menampung permintaan perjalanan yang meningkat ekoran pemilihan kenderaan yang tinggi. Contohnya, bilangan kenderaan berdaftar telah meningkat dua kali ganda iaitu daripada 10.6 juta pada tahun 2000 kepada 23.7 juta pada tahun 2013. Pemilikan kenderaan yang semakin meningkat ini antaranya adalah disebabkan oleh ketidakcekapan pengangkutan awam dan penambahan peratusan kenderaan yang berpenumpang tunggal (JPBDSM, 2016; MPKj, 2019).

Kadar perbandaran yang pesat juga telah mewujudkan pertambahan kepada penggunaan tenaga dan air selain penjana sisa pepejal yang tinggi. Pada masa ini, penduduk Malaysia menjana secara purata 1.64 kilogram sisa pepejal seorang dalam tempoh sehari berbanding dengan 1.2 kilogram sehari yang dijana secara purata oleh penduduk dunia. Dari aspek alam sekitar, suhu di Malaysia telah meningkat sebanyak 0.180 darjah celsius setiap dekad sejak tahun 1951. Manakala fenomena kenaikan paras air laut juga merupakan satu cabaran bagi penduduk di Malaysia. Ini kerana kebanyakan bandar-bandar di Malaysia terletak di tepi pantai atau berhampiran dengan pantai dan kuala sungai (JPBDSM, 2016).

Justeru, pelaksanaan bandar rendah karbon merupakan sebuah penyelesaian semula jadi yang muncul untuk menyelesaikan cabaran-cabaran perbandaran secara holistik serta dalam masa yang sama dapat mengurangkan pelepasan karbon, memastikan kesejahteraan kehidupan penduduk bandar, menangani perubahan iklim dan melindungi planet. Kini, perbandaran rendah karbon telah dilaksanakan secara meluas di bandar-bandar seluruh dunia. Gomi et al., (2010) dan Su et al. (2013) melaporkan bahawa sekitar 1050 buah bandar di Amerika Syarikat, 40 buah bandar di India, 100 buah bandar di China serta 83 buah bandar di Jepun telah menetapkan objektif bandar rendah karbon dalam perancangan pembangunan bandar mereka. Antara bandar-bandar mega yang terlibat serta matlamat dan tindakan rendah karbon yang dilaksanakan ialah seperti yang ditunjukkan dalam **Jadual 1**.

**Jadual 1: Sasaran Pengurangan Karbon oleh Bandar-bandar Mega di Dunia**

Bandar Mega	Wilayah	Sasaran	Tindakan
Copenhagen, Denmark	Eropah	Mengurangkan pelepasan GHG sebanyak 20% pada tahun 2015 berbanding dengan tahap 2005.  Pencapaian: Telah diiktiraf European Green Capital 2014 oleh European Commission serta dipilih sebagai Bandar Hijau Nombor Satu oleh Global Green Economy Index.	Adaptasi iklim secara bersepadu dalam semua aspek perancangan - daripada keseluruhan perancangan perbandaran hingga rancangan tempatan dan sektoral.
Stockholm, Sweden	Eropah	Menyasarkan untuk mencapai status bebas bahan api fosil pada tahun 2050 serta pelepasan karbon tidak melebihi 3 tan per penduduk mulai tahun 2015 dan seterusnya.  Pencapaian: Bandar pertama mendapat anugerah European Green Capital 2010 oleh European Commission	Telah mengurangkan pelepasan karbon sebanyak 25 % bagi seorang penduduk sejak tahun 1990 iaitu daripada 5.4 tan per penduduk pada tahun 1990 kepada 3.4 tan per penduduk pada tahun 2009.
London	Eropah	Mengurangkan pelepasan GHG sebanyak 60% menjelang tahun 2025 berbanding tahun 1990.	Melaksana dan melabur pelbagai program dalam program-program perubahan iklim di London.
Rotterdam	Eropah	Mengurangkan pelepasan GHG sehingga 50% menjelang tahun 2025.	Melancarkan Inisiatif Iklim Rotterdam (RCI) yang menawarkan platform bagi kerajaan, organisasi, syarikat dan warga negara untuk bekerjasama bagi pengurangan GHG.

Bandar Mega	Wilayah	Sasaran	Tindakan
New York	Amerika Utara	Mengurangkan pelepasan GHG sebanyak 30% menjelang 2030 berbanding tahun 1990.	Meningkatkan kecekapan tenaga bangunan dengan aplikasi standard prestasi tinggi untuk binaan bangunan baharu (high performance building).
Chicago	Amerika Utara	Mengurangkan pelepasan GHG sebanyak 25% pada tahun 2020 dan 80% pada tahun 2050 berbanding dengan tahap pelepasan tahun 1990.	Melancarkan Pelan Tindakan Iklim Chicago (CCAP) pada bulan September 2008 dengan 5 strategi dan 35 tindakan.
Seoul	Asia Timur	Mengurangkan pelepasan GHG sehingga 40% menjelang tahun 2030.	Membentuk sistem pemantauan iklim, pembangunan peta iklim dan tenaga Seoul, membangunkan inventori GHG; dan melancarkan Seoul Emission Trading System.
Tokyo	Asia Timur	Mengurangkan pelepasan GHG sehingga 25% menjelang 2020 berbanding tahun 2000.	Petunjuk dasar khusus telah digariskan dalam Strategi Perubahan Iklim Tokyo dan Pelan Induk Alam Sekitar Tokyo Metropolitan yang menunjukkan perubahan mendadak pengurangan GHG dari sebelumnya.
Iskandar Malaysia	Asia Tenggara	Mengurangkan pelepasan GHG kepada 50% menjelang 2025.	Tidak hanya memfokus kepada keperluan sosial dan ekonomi penduduk yang semakin meningkat, tetapi juga cabaran alam sekitar yang dihadapi.

Bandar Mega	Wilayah	Sasaran	Tindakan
Sydney	Oceania	Mengurangkan pelepasan GHG sehingga 20% pada tahun 2012 dan 70% pada tahun 2030 berbanding tahun 2006.	Melancarkan Sustainable Sydney 2030, yang memberikan visi strategik jangka panjang Sydney sebagai bandar Hijau, dan globally connected.

Sumber: Olahan penulis (adaptasi daripada Tan et al., 2017 & KeTTHA, 2017)

Dalam konteks pelaksanaan projek bandar rendah karbon di Malaysia, LCCF dibentuk sebagai instrumen pengukuran pelepasan karbon berdasarkan prestasi (*carbon emissions performance-based assessment tool*). Ia juga memberi panduan pelaksanaan projek dengan mengambil kira perancangan strategik dan polisi pembangunan mampan negara secara menyeluruh. LCCF memfokus kepada penjejakan dan pengukuran pelepasan karbon bandar di samping membantu dalam mengemaskini data pelepasan karbon melalui LCCFTrack (KeTTHA, 2017; Isa, 2019). LCCF juga berperanan membantu pihak berkepentingan termasuk PBT dan pemaju bagi mengenalpasti keutamaan dan strategi untuk mengurangkan pelepasan karbon bandar. Walau bagaimanapun, semasa melaksanakan projek LCCF, Garis Panduan Kejiranan Hijau yang dikeluarkan oleh Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Semenanjung Malaysia (JPBDSM) pada tahun 2012 perlu dirujuk secara bersama bagi mendapatkan panduan yang jelas dan terperinci tentang perancangan dan reka bentuk kejiranan lestari yang menyumbang kepada sasaran pengurangan pelepasan karbon bandar (JPBDSM, 2012; KeTTHA, 2011; Isa, 2019).

Kementerian Tenaga, Sains, Teknologi, Alam Sekitar dan Perubahan Iklim (MESTECC) serta GreenTech Malaysia telah menganjurkan Cabaran Bandar Rendah Karbon 2030 (LCC2030C) pada Julai 2019 untuk mempercepatkan transformasi bandar-bandar di Malaysia ke arah bandar berkarbon rendah. Di bawah program ini sebanyak 52 daripada 154 buah PBT telah memulakan inisiatif bandar rendah karbon masing-masing. Projek bandar rendah karbon ini sedang aktif dijalankan dalam kalangan PBT terutamanya di Lembah Klang serta sedang terus dipergiatkan dalam kalangan PBT lain, universiti awam dan swasta, sektor awam dan swasta serta sektor perindustrian dan komersial (Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi, 2021)

### ***Pengukuran Prestasi Projek Bandar Rendah Karbon di Malaysia***

LCCF mengukur prestasi pelepasan karbon bagi projek bandar rendah karbon yang didaftarkan dengan GreenTech Malaysia. Karbon yang dinilai meliputi karbon yang dilepaskan semasa proses pembinaan, karbon terkandung (*embodied carbon*) dan karbon operasi yang dilepaskan sepanjang kitaran hayat sesebuah bangunan. Pengukuran prestasi projek bandar rendah karbon adalah berdasarkan 2 aspek utama iaitu skor kriteria bandar rendah karbon berdasarkan senarai semak LCCF dan pengurangan pelepasan karbon yang biasanya dinilai sekali dalam setahun. Kedua-dua aspek ini diukur berdasarkan 4 elemen utama pelepasan karbon terkandung dan operasi iaitu persekitaran bandar, pengangkutan bandar, infrastruktur bandar dan bangunan.



Keempat-empat elemen ini dikategorikan kepada 15 kriteria prestasi dan 41 sub kriteria yang menyediakan panduan terperinci untuk mengurangkan karbon bandar (KeTTHA, 2017).

Aspek persekitaran bandar yang dinilai ialah bagaimana sesebuah bandar itu dirancang secara lestari selaras dengan cadangan yang digariskan dalam Garis Panduan Kejiranan Hijau dari sudut pemilihan tapak, reka bentuk bandar, kualiti alam sekitar dan penghijauan bandar. Pengangkutan bandar pula dinilai mengenai bagaimana bandar itu menggunakan sistem pengangkutan rendah karbon, menggalakkan penggunaan pengangkutan awam, menyediakan sistem pejalan kaki yang baik serta menggunakan pendekatan pembangunan berorientasikan transit. Infrastruktur bandar diukur berdasarkan pengurusan sumber yang cekap melalui penjimatan tenaga dan air, pengurusan sisa secara lestari serta menyediakan infrastruktur berteknologi hijau. Manakala, bagi elemen bangunan, prestasi pelepasan karbon bandar dinilai berdasarkan sistem pengurusan tenaga dan air dalam bangunan, pengurusan kemudahan serta adaptasi konsep bangunan hijau dalam reka bentuk bangunan (KeTTHA, 2017).

Selain itu, elemen penyerapan karbon juga diambil kira termasuk kehadiran biodiversiti bandar dan landskap. Justeru, untuk menjayakan pelaksanaan projek bandar rendah karbon, perkara yang perlu dipertimbangkan termasuklah memastikan skor kriteria bandar rendah karbon (skor senarai semak LCCF) dipatuhi dan kadar pelepasan karbon bandar pada tahun sasaran berkurang berbanding tahun asas. Pada tahun 2018, skor kriteria LCCF paling minimum yang melayakkan penyertaan projek LCCF bersama GreenTech Malaysia ialah sebanyak 50% (KeTTHA, 2017). Oleh itu, pelan tindakan dan strategi serta inovasi rendah karbon perlu dilaksanakan dengan baik bagi mencapai sasaran rendah karbon dengan mengambil kira penggunaan teknologi hijau.

### **Metodologi Pelaksanaan Projek Bandar Rendah Karbon di Bandar Baru Bangi**

MPKj merupakan salah sebuah PBT yang tampil untuk merealisasikan agenda pengurangan pelepasan karbon serta mendapat pensijilan LCCF. PBT ini telah menetapkan sasaran untuk menjadikan Bandar Baru Bangi sebagai bandar rendah karbon yang pertama dalam kawasan pentadbirannya. Sebagai langkah permulaan, seluas 1881.8 hektar kawasan di Bandar Baru Bangi telah dipilih sebagai perintis kepada pelaksanaan projek bandar rendah karbon memandangkan kawasan ini memiliki keistimewaan seperti lokasi yang strategik dan taraf pendidikan penduduk yang tinggi yang membolehkan komunitinya mudah untuk mengadaptasi perubahan. Ini bersesuaian dengan visi kawasan pentadbiran MPKj iaitu untuk menjadikan “Kajang sebagai Bandar Pilihan untuk Didiami” (MPKj, 2019). Justeru, MPKj telah melaksanakan pelbagai kaedah bagi menurunkan kadar pelepasan karbon di bandar ini, antaranya dengan membangunkan ‘Pelan Tindakan Perbandaran Rendah Karbon Bandar Baru Bangi, 2035’ serta memulakan projek rintis bandar rendah karbon di Pusat Bandar Seksyen 9, Bandar Baru Bangi (MPKj, 2019; MPKj, 2020a).

### ***Pelancaran Pelan Tindakan Perbandaran Rendah Karbon Bandar Baru Bangi, 2035***

Pelan Tindakan Perbandaran Rendah Karbon Bandar Baru Bangi, 2035 telah dibangunkan dengan 3 prinsip utama iaitu menjadikan Bandar Baru Bangi sebagai sebuah bandar rendah karbon yang selesa didiami, mempunyai masyarakat yang membudayakan amalan rendah karbon serta mengadaptasi konsep perbandaran pintar. Berdasarkan unjuran, sekiranya tiada sebarang strategi bandar rendah karbon yang dilaksanakan serta tiada sebarang perubahan guna

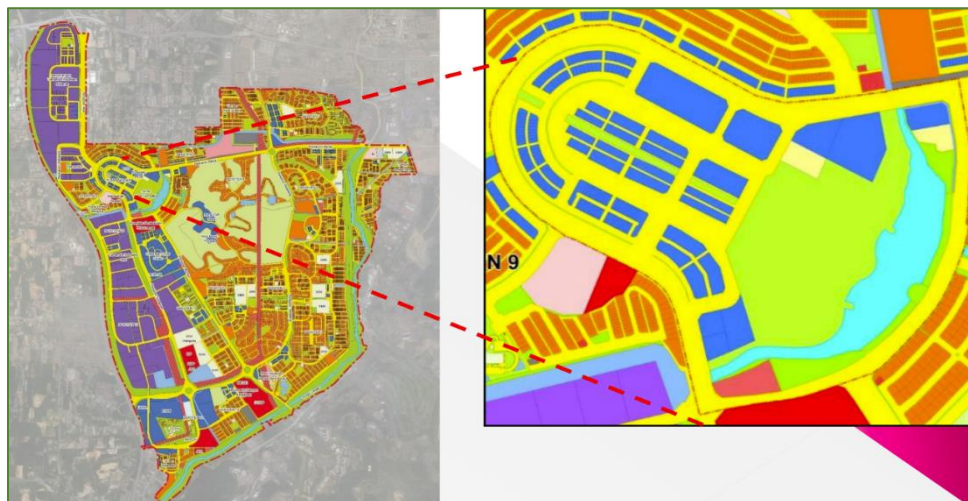
tanah dan landskap yang dilakukan, maka pada tahun 2035 jumlah pelepasan karbon ini akan meningkat sekurang-kurangnya 13% berbanding jumlah pelepasan pada tahun 2017. Sebaliknya, sekiranya terdapat penerokaan guna tanah dan pembangunan baharu, kadar pelepasan karbon ini akan mencapai ke tahap yang lebih tinggi. Walau bagaimanapun, Bandar Baru Bangi masih bertuah kerana mempunyai kawasan hijau, tumbuhan-tumbuhan dan elemen air yang menyerap karbon serta mengurangkan suhu bandar. Berdasarkan data yang diperolehi pada tahun 2017, elemen-elemen alam sekitar ini telah menyumbang kepada pengurangan karbon yang dilepaskan di Bangi sebanyak sekurang-kurangnya 2% (MPKj, 2019).

Berdasarkan status bandar rendah karbon pada tahun 2017, MPKj telah menetapkan sasaran bahawa pada tahun 2035 kelak, Bandar Baru Bangi berjaya memenuhi sekurang-kurangnya sebanyak 93% daripada keseluruhan 104 kriteria bandar rendah karbon yang ditetapkan dalam senarai semak LCCF terbitan tahun 2011. Selain itu, jumlah pelepasan karbon juga disasarkan untuk dikurangkan sebanyak 45% menjelang tahun 2035 (MPKj, 2019). Sebanyak 9 strategi, 32 tindakan, 68 sub tindakan dan 168 program telah dirangka dalam pelan tindakan tersebut berdasarkan 4 elemen utama pelepasan karbon iaitu persekitaran bandar, pengangkutan bandar, infrastruktur bandar dan bangunan untuk mencapai sasaran tersebut. Bagi elemen persekitaran bandar, antara strategi yang dirangka di ialah mewujudkan *'vibrant streets'* dan *'vibrant parks'* bagi kawasan pusat bandar, pusat komuniti utama dan jalan utama serta melindungi ekosistem sungai dan tasik untuk kestabilan alam sekitar. Elemen pengangkutan bandar pula memfokuskan kepada usaha mempromosikan perancangan pembangunan berorientasikan transit dan mesra pejalan kaki termasuk dengan mempromosi sistem pengangkutan dan lalu lintas yang cekap, menghadkan akses kenderaan persendirian ke kawasan tertentu, menyediakan laluan pejalan kaki dan basikal yang cekap dan bersambung, menyediakan stesen *park and ride* untuk menggalakkan penggunaan pengangkutan awam, menyediakan perhentian bas berbumbung dalam jarak mesra pejalan kaki dalam lingkungan 5 minit berjalan kaki (400 meter) ke destinasi tumpuan, melaksanakan program hari tanpa kenderaan serta menyediakan infrastruktur untuk kenderaan rendah karbon (MPKj, 2019).

Di samping itu, bagi elemen infrastruktur bandar, antara strategi yang dirangka ialah dengan mengadaptasi sistem pengurusan sumber yang cekap serta menyediakan infrastruktur rendah karbon antaranya dengan menambah baik pengurusan air ribut dan tebatan banjir, menyediakan jaringan telekomunikasi yang dihubungkan oleh internet tanpa wayar berkelajuan tinggi di seluruh Bandar Baru Bangi dengan percuma, mengadaptasi inovasi terkini bagi pengurusan sisa pepejal secara mampan, mengurangkan penghasilan sisa pepejal di punca, menyediakan loji rawatan kumbahan yang menggunakan teknologi hijau, meminimumkan penggunaan tenaga daripada sumber tidak boleh baharu melalui penggunaan teknologi hijau dan mengurangkan kadar pembaziran air tidak terakaun. Untuk elemen bangunan, antara strategi yang dirangka di Bandar Baru Bangi ialah menggalakkan pembinaan bangunan rendah karbon dan membudayakan amalan rendah karbon. Strategi yang dicadangkan termasuk meningkatkan kecekapan penggunaan tenaga dan air dalam bangunan, mengoptimalkan reka bentuk aktif dan pasif bagi pembinaan bangunan baharu, menggalakkan penggantian peralatan konvensional kepada peralatan cekap tenaga dan air bagi bangunan sedia ada dan membudayakan amalan rendah karbon dalam kalangan komuniti (MPKj, 2019).

***Pelaksanaan Projek Rintis LCCF di Pusat Bandar Seksyen 9, Bandar Baru Bangi***

Bandar Baru Bangi memulakan projek rintis bandar rendah karbon di kawasan Pusat Bandar Seksyen 9, Bandar Baru Bangi sepanjang tahun 2018 iaitu selama setahun dengan mengambil kira tahun 2017 sebagai tahun asas. Kawasan ini berkeluasan 64.74 hektar dan berfungsi sebagai pusat bandar serta pusat komersial bagi Bandar Baru Bangi. Pusat bandar ini terletak kira-kira 12 kilometer dari bandar Kajang dan 6 kilometer dari pekan Bangi Lama. Pusat bandar ini dihubungkan dengan beberapa jaringan lebuh raya dan jalan persekutuan antaranya ialah Lebuhraya Utara Selatan (PLUS), Lebuhraya Lembah Klang Selatan (SKVE), Lebuhraya Sistem Lingkaran Kajang (SILK) serta Jalan Persekutuan iaitu rangkaian laluan Kajang-Bangi, Bangi- Dengkil-Seremban dan Bangi-Sungai Merab-Putrajaya. Pusat bandar ini dipilih sebagai tapak rintis dalam melaksanakan projek LCCF kerana ia terletak dalam kawasan Pelan Tindakan Perbandaran Rendah Karbon Bandar Baru Bangi, 2035 serta mempunyai data penanda aras pelepasan karbon yang lengkap. Ia telah menjadi contoh kepada pelaksanaan projek LCCF yang lain di kawasan MPKj, khususnya di Bandar Baru Bangi. Sempadan tapak projek ini ialah seperti yang tertera dalam **Rajah 1** dan merangkumi guna tanah kawasan seperti yang ditunjukkan di **Jadual 2**.



**Rajah 1: Projek Rintis LCCF di Pusat Bandar Seksyen 9, Bandar Baru Bangi**

Sumber: (MPKj, 2019)

**Jadual 2: Guna tanah di Kawasan Pusat Bandar, Bandar Baru Bangi**

Kategori Guna Tanah	Keluasan		
	Ekar	Hektar	%
Perniagaan	34.32	13.89	21.46
Kegunaan Bercampur	4.46	1.80	2.78
Kegunaan Khas (Padang Golf)	0.00	0.00	0.00
Industri Perkhidmatan	0.00	0.00	0.00
Ameniti Awam	2.01	0.81	1.25
Infrastruktur dan Utiliti	0.35	0.14	0.22

Kategori Guna Tanah	Keluasan		
	Ekar	Hektar	%
Jalan raya dan Tempat Letak Kereta			
<i>a. Jalan 132'/100'</i>	20.15	8.15	12.59
<i>b. Jalan 66'</i>	9.09	3.68	5.68
<i>c. Jalan 40'/50'</i>	30.08	12.17	18.79
<i>d. Tempat Letak Kereta</i>	2.22	0.90	1.39
<b>Jumlah Kecil</b>	<b>102.69</b>	<b>41.54</b>	<b>64.17</b>
Badan Air			
<i>a. Tasik Cempaka</i>	15.33	6.20	9.58
Kawasan Lapang	42.01	17.00	26.25
<b>Jumlah Kecil</b>	<b>57.34</b>	<b>23.20</b>	<b>35.83</b>
<b>Jumlah Keseluruhan</b>	<b>160.03</b>	<b>64.74</b>	<b>100.00</b>

Sumber: (MPKj, 2019)

### **Metodologi Pelaksanaan Projek LCCF**

Bagi melaksanakan projek LCCF, langkah pertama yang telah dilaksanakan oleh MPKj ialah dengan membentuk jawatan kuasa kerja LCCF di peringkat MPKj. Jawatankuasa kerja tersebut dipengerusikan oleh Yang Dipertua MPKj, manakala pasukan kerjanya terdiri daripada jabatan-jabatan utama yang bertanggungjawab ke atas empat elemen utama pelepasan karbon yang ditetapkan oleh LCCF yang terdiri daripada Jabatan Perancangan Pembangunan, Jabatan Kejuruteraan, Jabatan Kawalan Bangunan, Jabatan Landskap dan Rekreasi, Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam, Jabatan Korporat dan Pembangunan Masyarakat dan Unit Pusat Setempat. Langkah kedua yang telah dilaksanakan ialah mengenal pasti pihak berkepentingan dan *end user* projek tersebut. Pihak berkepentingan yang dilibatkan bagi menjayakan projek LCCF ini termasuk ahli majlis, komuniti setempat, jabatan teknikal serta pihak lain seperti Tenaga Nasional Berhad, Jabatan Kerja Raya, *Construction Industry Development Board* (CIDB), Syarikat Bekalan Air Selangor (SYABAS) dan banyak lagi. Nasihat dan bimbingan berterusan serta pemantauan daripada pihak GreenTech Malaysia sentiasa diperoleh sepanjang projek ini berlangsung (MPKj, 2019; MPKj, 2020b). Metodologi pelaksanaan projek LCCF di tapak rintis ini ditunjukkan secara terperinci dalam **Rajah 2**.

Seterusnya, langkah ketiga ialah proses penentuan tapak, jangka masa pelaksanaan, penetapan tahun asas dan tahun sasaran projek serta pemilihan elemen, kriteria dan sub-kriteria yang akan dilaksanakan. Terdapat dua pendekatan bagi pemilihan kriteria LCCF iaitu '*One System Approach*' dan '*City Based Approach*'. MPKj telah menggunakan kaedah '*City Based Approach*' semasa pemilihan kriteria LCCF untuk mendapat impak yang lebih tinggi ke arah penurunan karbon di tapak rintis tersebut. Sebanyak 2 elemen, 3 kriteria dan 5 sub kriteria telah diambil kira dalam pelaksanaan projek LCCF tersebut. Elemen yang terlibat ialah persekitaran

bandar dan infrastruktur bandar. Manakala, kriteria yang terlibat ialah reka bentuk bandar, penghijauan bandar dan kualiti alam sekitar serta pengurusan sisa secara lestari (MPKj, 2020b).



**Rajah 2: Metodologi Kerja dalam Pemakaian LCCF**

Sumber: Olahan Penulis

Setelah penetapan elemen rendah karbon serta kriteria dan sub kriteria masing-masing, proses seterusnya ialah proses pengumpulan data karbon serta membuat unjuran dan penilaian berdasarkan elemen dan kriteria yang telah ditetapkan. Kaedah pengumpulan data di tapak melibatkan proses temu bual dengan wakil pemilik perniagaan bagi 1118 unit ruang kedai yang

sedang beroperasi (termasuk 72 unit ruang kedai dalam Kompleks PKNS) di Kawasan tersebut pada tahun 2017. Pemerhatian di tapak juga dilaksanakan khasnya untuk mengumpul data guna tanah yang menyumbang kepada pelepasan dan penyerapan karbon. Selain itu, pengumpulan data sekunder daripada jabatan teknikal yang terlibat seperti Jabatan Perancangan Pembangunan, Jabatan Kejuruteraan, Jabatan Kawalan Bangunan, Jabatan Landskap dan Rekreasi, Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal dan Pembersihan Awam, Jabatan Korporat dan Pembangunan Masyarakat dan Unit Pusat Setempat, MPKj telah dilaksanakan selain mendapatkan maklumat daripada jabatan teknikal luar seperti Jabatan Perangkaan Malaysia untuk mendapatkan maklumat penduduk. Data sekunder yang diperoleh termasuk data statistik, dokumen Rancangan Tempatan, pelan serta rekod pengurusan dan pelupusan sampah di kawasan rintis tersebut. Data yang telah dikumpulkan kemudiannya dimasukkan ke dalam sistem LCCFTrack dan disemak oleh pihak GreenTech Malaysia dari masa ke semasa.

Berdasarkan data karbon yang dikumpul, penilaian projek telah dilaksanakan dengan melibatkan pengiraan karbon tahun asas, tahun sasaran dan *'business as usual'*. Merujuk kepada dapatan analisis, strategi pengurangan karbon pada tahun sasaran kemudiannya dirancang, disusun dan dilaksanakan sepanjang tahun 2018 dengan melibatkan semua pihak berkepentingan serta pemantauan berkala. Di akhir pelaksanaan projek, semua data karbon pada tahun tersebut dimasukkan ke dalam kalkulator karbon. Laporan dan dokumentasi untuk permohonan pensijilan LCCF juga disediakan dan dihantar kepada pihak GreenTech Malaysia untuk penilaian bagi mendapatkan pengiktirafan (MPKj, 2020b). Perincian strategi yang telah dilaksanakan serta pencapaiannya akan dibincangkan dalam bahagian seterusnya.

#### ***Dapatan Pelaksanaan Projek LCCF dan Pencapaian***

Dapatan daripada pemerhatian di tapak, temu bual dan rujukan kepada data sekunder menunjukkan bahawa skor kriteria bandar rendah karbon di Pusat Bandar, Seksyen 9 berdasarkan keseluruhan 105 kriteria yang disenaraikan dalam senarai semak LCCF pada tahun asas ialah sebanyak 61% iaitu pada tahap baik. Pencapaian sedia ada ini melayakkan tapak ini menyertai projek LCCF. Skor ini meliputi pencapaian persekitaran bandar sebanyak 83%, pengangkutan bandar sebanyak 48%, infrastruktur bandar sebanyak 54% dan bangunan sebanyak 22%. Data ini menunjukkan bahawa, prestasi tapak rintis ini terutamanya dari aspek bangunan dan pengangkutan yang lestari adalah tidak memuaskan serta perlu diberi perhatian sepenuhnya.

Dari sudut pelepasan karbon, pada tahun 2017, sebanyak 2028.38 tan sampah telah dibuang ke tapak pelupusan. Jumlah ini menjana pelepasan karbon sebanyak 1,189.71 tCO<sub>2e</sub> sepanjang tahun tersebut. Walau bagaimanapun, kawasan pusat bandar ini sangat bertuah kerana mempunyai aspek persekitaran bandar yang cemerlang seperti kawasan hijau yang luas, landskap, tasik serta taman yang mempunyai pokok yang tumbuh menghidupkan (rujuk **Rajah 3**). Elemen hijau ini telah menyumbang kepada penyerapan karbon sebanyak 70.35 tan pada tahun 2017 (MPKj, 2020a).

Bagi mencapai penurunan karbon menjelang tahun sasaran, strategi rendah karbon dengan mengambil kira elemen dan kriteria dalam pelaksanaan projek LCCF yang dirancang telah dilaksanakan dengan penuh komitmen oleh jawatan kuasa kerja MPKj. Pelaksanaan ini mendapat kerjasama sepenuhnya daripada pihak berkepentingan serta komuniti yang terlibat.



**Rajah 3: Data Inventori Jumlah Sisa Pepejal, Kawasan Hijau dan Pokok di Tapak Projek pada Tahun Asas 2017.**

Sumber: MPKj (2020a)

Bagi elemen persekitaran bandar, strategi yang dilaksanakan adalah dengan melindungi dan meningkatkan landskap semula jadi bandar tersebut. Tindakan yang dijalankan bagi pelaksanaan strategi ini ialah mengadakan program penanaman pokok bagi meningkatkan penyediaan kawasan hijau yang diintegrasikan dengan kawasan sekitar. Sebanyak 46 batang pokok bunga tanjung telah berjaya ditanam dan hidup subur sepanjang tahun 2018 menjadikan keupayaan penyerapan karbon di bandar tersebut meningkat kepada 2% pada tahun sasaran berbanding tahun asas (**rujuk Rajah 4**).

Bagi elemen infrastruktur bandar pula, projek rintis ini memfokus kepada strategi mengadaptasi sistem pengurusan sisa secara cekap dan lestari. Antara tindakan yang dilaksanakan di kawasan projek ini ialah memperkukuhkan pengomposan sisa makanan, kitar semula minyak masak terpakai dan pengasingan sisa pepejal di punca dengan penyediaan kemudahan kitar semula. Bagi program pengomposan, antara yang dilaksanakan termasuk mengutip sisa makanan dari kedai makan yang dikenal pasti untuk diproses di pusat kompos MPKj yang terletak di Seksyen 16, Bandar Baru Bangi. Tong-tong sisa makanan juga diagihkan ke kedai-kedai makanan di samping memberi penerangan dan kesedaran berkaitan pelaksanaan serta kaedah kutipan sisa makanan kepada pemilik kedai makanan tersebut. Kutipan dibuat setiap hari dengan kekerapan sekali sehari bergantung kepada waktu operasi perniagaan. Anggota MPKj yang diketuai oleh seorang penolong pegawai kesihatan

persekitaran ditugaskan untuk mengurus kutipan sisa makanan dan merekodkan maklumat berkenaan. Tong sisa makanan bersaiz 30 kg telah ditempatkan di 70 unit kedai makan di tapak projek rintis tersebut (MPKj, 2020a).



**Rajah 4: Program Penanaman Pokok di Pusat Bandar, Seksyen 9,  
Bandar Baru Bangi**

Sumber: MPKj (2020a)

Bagi program kitar semula minyak masak terpakai, strategi yang dilaksanakan ialah dengan mengutip minyak masak terpakai daripada 70 unit kedai makan atau restoran yang telah dikenal pasti. Tong minyak masak bersaiz 60 kg telah diagihkan kepada pemilik kedai makan atau restoran tersebut untuk memudahkan proses kutipan. Kutipan minyak masak dilakukan dengan kekerapan sekali dalam seminggu. Hasil kutipan direkodkan terlebih dahulu sebelum dihantar ke pusat pemprosesan di UNITEN, Bangi. Bagi program pengasingan sampah pula, strategi pengurusan dilaksanakan dengan mengutip sisa kitar semula dari premis-premis yang dikenal pasti. Terdapat 2 kaedah kutipan yang dilaksanakan iaitu kutipan secara terus dari pintu ke pintu dan kutipan secara berpusat. Kutipan berpusat melibatkan 5 lokasi yang disediakan dengan 1 set tong bersaiz 660 liter di setiap lokasi tersebut. Kutipan dijalankan dengan kekerapan 1 hingga 2 kali seminggu bergantung kepada kapasiti sisa kitar semula yang berjaya diasingkan. Hasil kutipan direkod dengan sempurna untuk memudahkan dokumentasi, pelaporan dan pemantauan (MPKj, 2020a).

Pencapaian pada akhir tahun 2018 menunjukkan bahawa sebanyak 193.06 tan sisa makanan telah berjaya dikompos, 12.51 tan minyak masak telah dikitar semula dan 16.52 tan sampah telah dibuat pengasingan dan dikitar semula. Secara keseluruhannya, sejumlah 222.09 tan



sampah telah berjaya dikurangkan daripada dilupus di tapak pelupusan. Justeru, hanya 1806.29 tan sampah dilupuskan di tapak pelupusan pada tahun tersebut yang juga mengurangkan pelepasan karbon sehingga 43.55%. Hasilnya, projek rintis di Pusat Bandar Seksyen 9, Bandar Baru Bangi ini telah mendapat pengiktirafan sebanyak empat berlian mengikut skala 'LCCF 2030 Challenge' pada tahun 2019 (MPKj, 2020a).

Dapatan yang diperoleh melalui pelaksanaan projek bandar rendah karbon di Bandar Baru Bangi telah membuktikan bahawa elemen pengukuran dan kaedah penilaian LCCF yang diperkenalkan oleh KeTTHA bagi mencapai sasaran pengurangan karbon bandar (KeTTHA, 2017) adalah realistik dan mampu dicapai. Ia juga membuktikan bahawa usaha yang telah dilaksanakan oleh MESTECC dan GreenTech Malaysia untuk mempergiatkan perbandaran rendah karbon di Malaysia adalah berkesan melalui penglibatan semua pihak berkepentingan (Isa, 2019). Fakta ini dibuktikan dengan kejayaan projek rintis di Bandar Baru Bangi yang mampu menurunkan pelepasan karbon bandar dalam tempoh yang ditetapkan.

### Rumusan

Secara umumnya dapat dirumuskan bahawa projek LCCF ini bukanlah sesuatu yang mustahil untuk dilaksanakan sekiranya mendapat komitmen yang tinggi daripada semua pihak pelaksana. Ia boleh dimulakan dengan memilih elemen dan kriteria rendah karbon atau tapak yang kecil dan mudah untuk dilaksanakan sebelum ke sasaran yang lebih besar. Merealisasikan komitmen negara untuk mengurangkan pelepasan GHG sebanyak 45% menjelang tahun 2030 sukar dijayakan sekiranya hanya segelintir pihak yang bertindak. Sebagai contoh, walaupun projek rintis ini merupakan pengalaman pertama di Bandar Baru Bangi, namun dengan keyakinan dan kolaborasi semua pihak serta penglibatan komuniti, bandar ini berjaya mencapai penurunan pelepasan karbon dengan kadar yang tinggi. Malahan, sehingga kini MPKj semakin aktif mengembangkan projek LCCF di tapak rintis ini serta melaksanakan projek yang lain di Bandar Baru Bangi untuk mencapai kadar penurunan yang lebih tinggi. Ini selaras dengan sasaran bandar tersebut yang digariskan dalam Pelan Tindakan Perbandaran Rendah Karbon Bandar Baru Bangi, 2035 iaitu untuk mencapai kadar penurunan karbon sehingga 45% pada tahun 2035 serta muncul sebagai sebuah bandar rendah karbon mampan yang selesa didiami.

### Penghargaan

Penulis mengucapkan penghargaan kepada Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia yang merupakan badan pembiaya penyelidikan ini di bawah Geran Penyelidikan Fundamental (Kod: 2020-0161-106-02 [FRGS/1/2020/SS0/UPSI/02/1]). Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Universiti Pendidikan Sultan Idris, Majlis Perbandaran Kajang dan AHA Planning Consultants atas kerjasama menjayakan penyelidikan ini.

### Rujukan

- Carbon Disclosure Project (2011). Cities 2011 global report on C40 cities. [https://legacy-assets.eenews.net/open\\_files/assets/2011/06/01/document\\_cw\\_01.pdf](https://legacy-assets.eenews.net/open_files/assets/2011/06/01/document_cw_01.pdf)
- Gomi, K., Shimada, K., Yuzuru, M. (2010). A low-carbon scenario creation method for a local-scale economy and its application in Kyoto city. *Energy Policy*, 38, 4783–96.
- Isa, N.K.M. (2019). Town planners' involvement in the planning and design process of green building projects in Malaysia. *Pertanika J. Soc. Sci. & Hum.*, 27 (2), 977 – 985.

- Isa, N.K.M., Albahori, A.S., Alias, A., Ismail, K. (2019). The execution of the green building project in Klang Valley, Malaysia: A pilot study. *Pertanika J. Sci. & Technol.* 27 (2), 911 – 919.
- Isa, N.K.M., Sahimi, M.S.A., Yunus, M.Y.M., Rahman, M.A.A., Ibrahim, M.H. (2020). Low carbon behaviours in office buildings and the behaviours' activation attributes. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 14 (3), 742-763.
- Jawatankuasa Tetap Alam Sekitar Negeri Selangor (2018). *Pelan Tindakan Teknologi Hijau Negeri Selangor* (2016-2018). <https://www.selangor.gov.my/index.php/pages/view/1527>
- JPBDSM (2016). *Dasar Perbandaran Negara Kedua Semenanjung Malaysia dan Wilayah Persekutuan Labuan (DPN2)*. Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Semenanjung Malaysia.
- JPBDSM (2012). *Garis Panduan Perancangan Kejiranan Hijau*. Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Semenanjung Malaysia.
- Kerajaan Malaysia. (2015). *Rancangan Malaysia kesebelas 2016-2020*. Unit Perancang Ekonomi, Jabatan Perdana Menteri.
- Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi (2021, Ogos 20). *Cabaran Bandar Rendah Karbon 2030*. <https://www.mosti.gov.my/arkib/cabaran-bandar-rendah-karbon-2030-low-carbon-cities-2030-challenge-lcc2030c/>.
- KeTTHA (2017). *Low Carbon Cities Framework (versi kedua)*. Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air.
- KeTTHA (2011). *Low Carbon Cities Framework*. Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air.
- MPKj (2020a). *Mesyuarat Jawatankuasa Pelaksana Perbandaran Rendah Karbon Bandar Baru Bangi bil.1/2020*. [http://www.mpkj.gov.my/sites/default/files/slide\\_presentation\\_mesy.\\_jaw.\\_pelaksana\\_bil.1.2020.pdf](http://www.mpkj.gov.my/sites/default/files/slide_presentation_mesy._jaw._pelaksana_bil.1.2020.pdf).
- MPKj (2020b). *Perbandaran Rendah Karbon Bandar Baru Bangi 2035*. <http://www.mpkj.gov.my/en/node/1455>.
- MPKj (2019). *Pelan Tindakan Perbandaran Rendah Karbon Bandar Baru Bangi 2035: Majlis Perbandaran Kajang*.
- Su, M., Li, R., Lu, W., Chen, C., Chen, B., Yang, Z. (2013) Evaluation of a low-carbon city: method and application. *Entropy*, 15, 1171–85.
- The World Bank (2021). *Data catalog. CO2 emissions (metric tons per capita)*. <https://datacatalog.worldbank.org/co2-emissions-metric-tons-capita-3>.
- Tan, S., Yang, J., Lee, C., Hashim, H. & Chen, B. (2017) A holistic low carbon city indicator framework for sustainable development. *Applied Energy*, 185, 1919-1930.
- United States Environmental Protection Agency. (2020, September 8). *Overview of greenhouse gases*. <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>.