

TREN PENGGUNAAN TENAGA ELEKTRIK DAN PEMBEBASAN GAS RUMAH HIJAU DI MALAYSIA

*(THE TREND OF ELECTRICITY CONSUMPTION AND GREENHOUSE
GASES EMISSIONS IN MALAYSIA)*

Sharif Shofirun Sharif Ali, Muhammad Rizal Razman
& Azahan Awang

Abstrak

Malaysia merupakan salah sebuah negara yang sedang pesat membangun dari segi pertumbuhan ekonomi, sosial mahupun pembangunan guna tanah. Selari dengan itu, permintaan terhadap sumber tenaga elektrik bagi tujuan pengangkutan, perindustrian dan domestik turut bertambah. Peningkatan ini dipacu oleh peningkatan populasi penduduk dan pertambahan permintaan terutama sekali menerusi sektor industri, komersial dan kediaman yang mempengaruhi aliran tenaga elektrik di Malaysia. Walaupun tenaga elektrik merupakan sumber yang amat penting dalam pembangunan negara, peningkatan penggunaan tenaga elektrik telah mengakibatkan berlakunya peningkatan aliran tenaga elektrik yang mengakibatkan berlakunya pelepasan gas rumah hijau yang memberi kesan negatif kepada pembangunan bandar di Malaysia. Menyedari hal ini, kerajaan telah menetapkan untuk mengurangkan kadar gas rumah hijau sehingga 40 peratus dengan mengaplikasi konsep kelestarian penggunaan dan penajaan tenaga. Walau bagaimanapun, kekurangan maklumat tentang penggunaan tenaga menjadi halangan kepada kelestarian penggunaan dan penajaan tenaga elektrik di Malaysia. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk menyediakan maklumat asas mengenai industri tenaga elektrik di Malaysia dengan memberi fokus kepada aspek penggunaan bandar dan pelepasan gas rumah hijau agar dapat digunakan oleh pihak berkepentingan sebagai asas dan garis panduan dalam pengurusan sumber tenaga yang lebih lestari di Malaysia.

Kata Kunci: Penggunaan tenaga, elektrik, pembebasan gas rumah hijau, analisis ruangan

Abstract

Malaysia is one of the fastest growing countries in economy, social and land development. In line with that, demand for electric power for transportation, industry and domestic also increased. This is driven by the high population and high demand especially from industrial, commercial and domestic sectors that affected electricity flow in Malaysia. Although electricity is a vital source for national development, the increment in electricity consumption has led to the high electricity flows resulting in greenhouse gas emissions that have a negative impact on urban development in Malaysia. Recognizing this, the government of Malaysia has decided to reduce greenhouse gas levels by up to 40 percent by applying the concept of sustainable consumption and energy generation. However, the lack

of information on energy use is a barrier to the sustainability and power generation in Malaysia. Hence, this study aims to provide the basic information about the electricity industry in Malaysia by focusing on the city's use and greenhouse gas emissions so that can be used by stakeholders as the basis and guidelines for more sustainable energy management in Malaysia.

Keywords: *Energy consumption, electricity, greenhouse gases emissions, spatial analysis*

PENGENALAN

Malaysia merupakan salah sebuah negara yang sedang pesat membangun dari segi pertumbuhan ekonomi, sosial mahupun pembangunan guna tanah. Selari dengan itu, permintaan terhadap sumber tenaga elektrik bagi tujuan pengangkutan, perindustrian dan domestik turut bertambah. Jumlah penggunaan tenaga elektrik di Malaysia pada tahun 1978 berjumlah 604 ktoe meningkat kepada 12,392 ktoe pada tahun 2016 dengan peratusan peningkatan sebanyak 1951% (Suruhanjaya Tenaga 2016). Peningkatan ini didorong oleh peningkatan populasi penduduk dan pertambahan permintaan terutama sekali menerusi sektor industri, komersial dan kediaman yang mempengaruhi aliran tenaga elektrik di Malaysia. Sementara itu, Chong et al. (2015) menyatakan terdapat empat faktor utama yang mempengaruhi aliran tenaga di Malaysia iaitu pelarasan polisi, ketersediaan sumber, permintaan tenaga dan pilihan teknologi. Walaupun tenaga elektrik merupakan sumber yang amat penting dalam pembangunan negara, peningkatan penggunaan tenaga elektrik telah mengakibatkan berlakunya peningkatan aliran tenaga elektrik yang mengakibatkan pelepasan gas rumah hijau yang memberi kesan negatif kepada pembangunan bandar di Malaysia.

Dalam aspek pelepasan gas karbon dioksida, sebanyak +235.6% gas karbon dioksida telah dibebaskan dari tahun 1990 hingga 2005 (Zaid et al. 2014) dan dijangka terus meningkat terutama sekali dalam aspek penjanaan tenaga yang bergantung kepada arang batu (Huda et al. 2017). Sementara itu, Malaysia berada pada kedudukan ke-26 sebagai pengeluar gas rumah hijau terbesar pada tahun 2004 (UNDP 2007). Menyedari hal ini, kerajaan telah mengumumkan untuk mengurangkan paras gas rumah hijau sehingga 40% berbanding tahap pada tahun 2005 dengan mengadaptasi konsep kelestarian penggunaan dan penjanaan tenaga (Rancangan Malaysia Kesebelas 2015). Walau bagaimanapun, kekurangan maklumat tentang penggunaan tenaga menjadi halangan kepada kelestarian penggunaan dan penjanaan tenaga elektrik di Malaysia. Hal ini kerana, kajian mengenai aspek tenaga masih kurang diberi penekanan dan amat terhad. Picolo et al. (2014) turut menjelaskan bahawa kekurangan maklumat tentang penggunaan tenaga merupakan halangan utama kepada pemuliharaan dan penjimatan tenaga di bandar.

Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk menyediakan maklumat asas mengenai industri tenaga elektrik di Malaysia dengan memberi fokus kepada aspek penggunaan bandar dan pelepasan gas rumah hijau agar dapat digunakan oleh pihak berkepentingan sebagai asas dan garis panduan dalam pengurusan sumber tenaga yang lebih lestari di Malaysia.

KAEDAH KAJIAN

Kajian ini dilakukan dengan merujuk kepada penggunaan tenaga elektrik di Malaysia pada tahun 2016. Maklumat penggunaan tenaga elektrik dikumpul berdasarkan kajian literatur serta rujukan bahan seperti laporan data statistik industri tenaga negara oleh Suruhanjaya Tenaga Malaysia. Pada peringkat awal penyelidikan, pengkaji telah mengenal pasti kawasan bandar-bandar utama dengan merujuk kepada jumlah populasi penduduk Malaysia. Setelah itu, pengkaji telah menggunakan perisian Arc GIS 10.0 untuk memaparkan corak ruangan populasi penduduk dan penggunaan tenaga elektrik. Dalam aspek menentukan jumlah pelepasan gas rumah hijau, kajian ini menggunakan metodologi yang disediakan oleh IPCC (2006) yang mana setiap pelepasan gas rumah hijau (GHG) ditentukan dengan mendarabkan data aktiviti penggunaan dengan faktor pelepasan. Faktor

pelepasan dapat dirujuk pada Jadual 1. Jumlah pelepasan gas rumah hijau dapat ditentukan berdasarkan formula berikut:

$$E_i = \sum A \times EF$$

di mana E_i adalah jumlah CO₂, A adalah jumlah aktiviti dan EF adalah faktor pelepasan gas. Pembakaran bahan bakar bagi tujuan penjana tenaga elektrik telah menyumbang pelepasan gas rumah hijau terbesar. Penggunaan tenaga dalam sektor domestik adalah diandaikan sebagai pelepasan tidak langsung atau dibawah skop 1 oleh IPCC. Formula berikut digunakan untuk menganggarkan jumlah pelepasan gas rumah hijau daripada penggunaan tenaga elektrik dengan merujuk kepada faktor yang terdapat pada Jadual 2.

$$E_E = E_c \times EF_c$$

Jadual 1. Faktor Pelepasan Gas

GHG	Formula	Nilai	Potensi	Pemanasan
				Global
Karbon Dioksida	CO ₂	1		
Metana	CH ₄	25		
Nitrus Oksida	N ₂ O	298		

Sumber : IPCC (2006)

Jadual 2. Faktor Pelepasan Gas untuk Malaysia

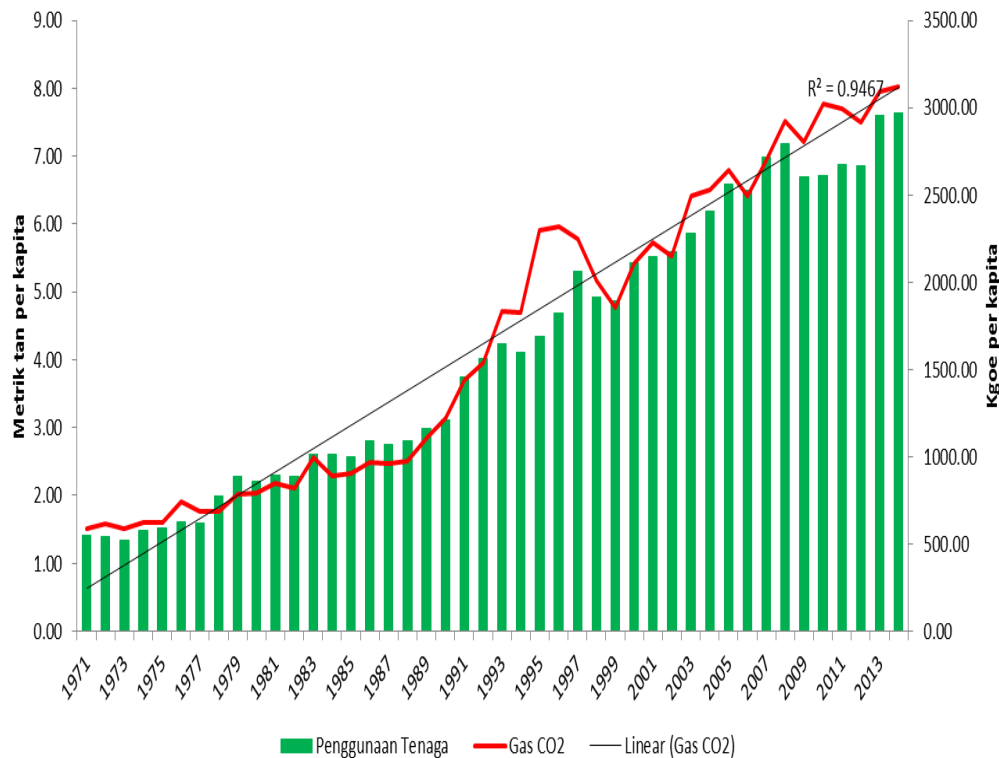
GHG	kgCO ₂ /kWh	kgCH ₄ /kWh	kgN ₂ O/kWh
Penjanaan Elektrik	0.74884244	0.00001099853	0.00000675290
Penggunaan Elektrik	0.770701108	0.00001131957	0.00000695002

Sumber : Khan & Siddiqui (2017); Brander et al. (2011); IPCC (2006)

Antara pemacu utama kepada peningkatan penggunaan tenaga yang mempengaruhi pelepasan gas rumah hijau adalah peningkatan populasi penduduk. Oleh itu, kajian ini akan menganggarkan jumlah pelepasan gas rumah hijau di Malaysia berdasarkan jumlah penduduk menerusi penggunaan aplikasi GIS.

HASIL KAJIAN

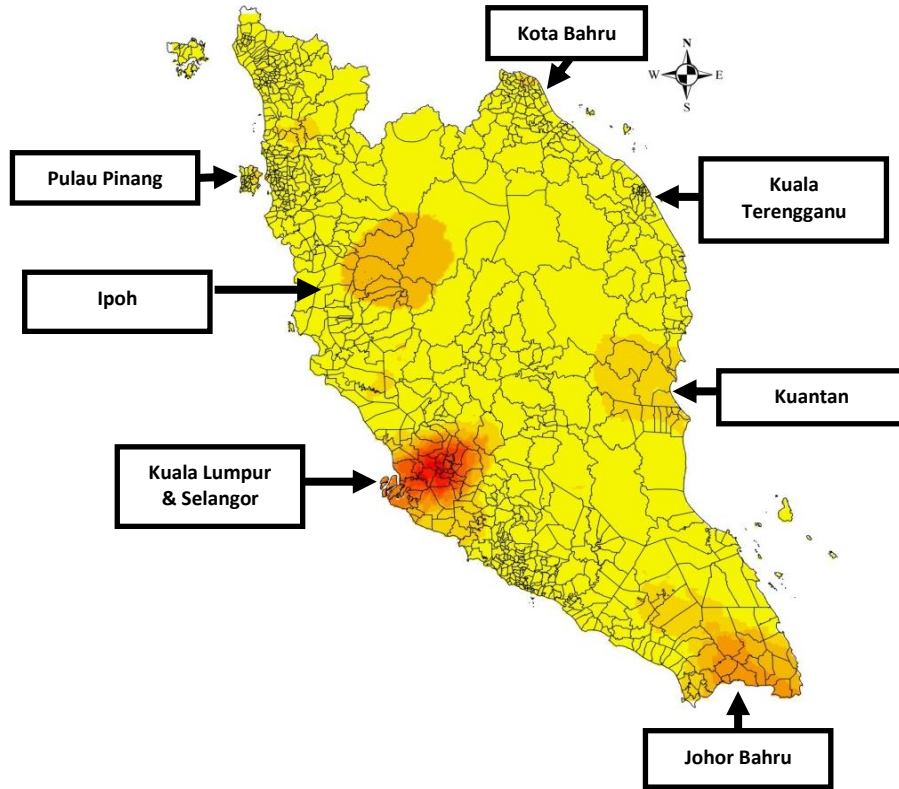
Kajian mendapati bahawa corak penggunaan tenaga elektrik di Malaysia menunjukkan pola peningkatan yang mendadak dari tahun 1978 hingga 2016. Peningkatan penggunaan ini adalah didorong oleh peningkatan populasi penduduk terutama sekali di kawasan-kawasan bandar yang menjadi pusat tumpuan kegiatan ekonomi utama negara seperti yang terdapat pada Rajah 1. Kajian turut mendapati bahawa terdapat beberapa kawasan tumpuan penduduk seperti di bahagian tengah Semenanjung Malaysia seperti di Kuala Lumpur dan Selangor. Hal ini kerana kawasan ini merupakan pusat tumpuan kegiatan ekonomi utama negara yang lengkap dengan kemudahan infrastruktur dan sistem pengangkutan yang moden. Selain itu, tumpuan penduduk juga tertumpu di kawasan selatan seperti di Johor Baharu, Kuantan, Kuala Terengganu dan Kota Bharu di bahagian pantai timur serta Ipoh dan Pulau Pinang di bahagian pantai barat Semenanjung Malaysia. Kawasan-kawasan ini juga merupakan kawasan yang mempunyai bilangan penduduk paling tinggi di Malaysia. Jumlah penduduk yang tinggi menggambarkan penggunaan tenaga elektrik di kawasan tersebut juga tinggi. Justeru, dapat diandaikan bahawa terdapat perkaitan yang kuat antara populasi penduduk dan penggunaan tenaga elektrik yang akhirnya membawa kepada pelepasan gas rumah hijau yang tinggi.



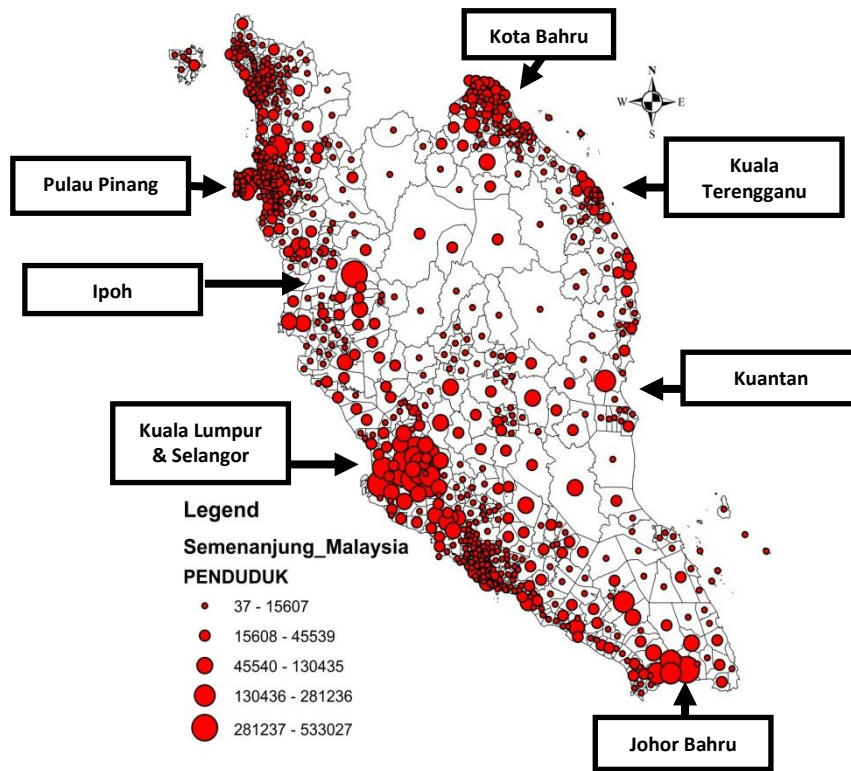
Rajah 1. Tren Penggunaan Tenaga Elektrik dan Pelepasan Gas Rumah Hijau (1971-2014)

PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN

Peningkatan populasi penduduk telah menjadi pemangkin utama kepada pelepasan gas rumah hijau di Malaysia. Dapatan ini adalah selari dengan kajian yang dijalankan oleh Du dan Xia (2018) yang mendapati bahawa apabila kadar perbandaran melepasi 23.59% atau kadar gas rumah hijau melepasi 42.287 ktCO₂e, proses perbandaran akan menghasilkan lebih banyak impak kepada gas rumah hijau. Mereka juga mendapati bahawa apabila jumlah penduduk di bandar yang berpopulasi lebih dari 1 juta melebihi 20.01% atau populasi penduduk di bandar besar melebihi 48.27%, akan wujud hubungan korelasi yang signifikan antara proses perbandaran dan pencemaran udara. Pertalian yang wujud antara peningkatan populasi penduduk dan perlepasan gas rumah hijau akan menjadi lebih kompleks dan sukar difahami kerana manusia memerlukan tenaga bagi menggerakkan semua aktiviti ekonomi mereka. Justeru, dalam laporan IPCC yang keempat mencadangkan bahawa penentuan pelepasan gas rumah hijau merangkumi aspek pengurangan penggunaan tenaga dalam bangunan termasuklah pengurangan penggunaan tenaga bagi tujuan pemanasan dan penyamanan, pencahayaan, menggalakan penggunaan tenaga solar, meningkatkan kecekapan peralatan elektrik, perubahan tingkah laku pengguna dan menggunakan pendekatan sistem dalam rekabentuk bangunan (Levine et al. 2007). Oleh itu, bagi menjadikan Malaysia sebuah negara yang mempunyai kadar rendah karbon, pelbagai aspek harus diutamakan terutama sekali dalam aspek penjanaan tenaga elektrik yang bergantung kepada arang batu dan penggunaan tenaga elektrik yang tidak terkawal.



(a)



(b)

Rajah 2 (a) & (b): Taburan Penduduk dan Konsentrasi Gas Rumah Hijau

RUJUKAN

- Brander, M., Sood, A., Wylie, C., Haughton, A., & Lovell, J. 2011. *Technical Paper: Electricity-specific emission factors for grid electricity* (pp. 1-22, Tech.). Edinburgh, UK: Ecometrica. Retrieved January 3, 2019, from <https://ecometrica.com/assets/Electricity-specific-emission-factors-for-grid-electricity.pdf>.
- Chong, C., Ni, W., Ma, L., Liu, P., & Li, Z. 2015. The use of energy in Malaysia: Tracing energy flows from primary source to end use. *Energies* 8(4): 2828-2866.
- Du, W. C., & Xia, X. H. 2018. How does urbanization affect GHG emissions? A cross-country panel threshold data analysis. *Applied energy* 229: 872-883.
- IPCC. 2006. Guidelines for national greenhouse gas inventories. National greenhouse gas inventories programme, Eggleston H.S., L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe (Eds.). Institute for Global Environmental Strategies (IGES), JAPAN.
- Khan, W. M., & Siddiqui, S. 2017. Estimation of Greenhouse Gas Emissions by Household Energy Consumption: A Case Study of Lahore, Pakistan. *Pakistan Journal of Meteorology* 14(27): 65-82
- Levine, M., D. Üрге-Vorsatz, K. Blok, L. Geng, D. Harvey, S. Lang, G. Levermore, A. Mongameli Mehlwana, S. Mirasgedis, A. Novikova, J. Rilling, H. Yoshino. 2007. Residential and commercial buildings. In B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds). *Climate Change. 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Piccolo, L. S. G., Alani, H., De Liddo, A., & Baranauskas, C. 2014. Motivating online engagement and debates on energy consumption. In *Proceedings of the 2014 ACM conference on Web science* 109-118.
- Suruhanjaya Tenaga. 2016. Malaysia Energy Statistic Handbook. Putrajaya, Suruhanjaya Tenaga Malaysia
- UNDP. 2007. *Human Development Report 2007/2008: Fighting Climate Change*. New York: United Nations Development Programme.
- Unit Perancang Ekonomi. 2015. Strengthening Infrastructure to Support Economic Expansion. Rancangan Malaysia Kesebelas (Eleventh Malaysia Plan): 2016-2020.
- Zaid, S. M., Myeda, N. E., Mahyuddin, N., & Sulaiman, R. 2015. Malaysia's rising GHG emissions and carbon 'lock-in' risk: A review of Malaysian building sector legislation and policy. *Journal of Surveying, Construction and Property*, 6(1):1-13.
- Huda, M., Okajima, K., & Suzuki, K. 2017. CO2 Emission from Electricity Generation in Malaysia: A Decomposition Analysis. *Journal of Energy and Power Engineering*, 11: 779-788.

Sharif Shofirun Sharif Ali

Pusat Pengajian Kerajaan, Kolej Undang-Undang, Kerajaan dan Pengajian Antarabangsa, Universiti Utara Malaysia (UUM),

06010 UUM Sintok, Kedah, Malaysia.

Pusat Penyelidikan Sains dan Governans Kelestarian (SGK),

Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI),

Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), 43600 UKM, Bangi, Malaysia.

Email: sshofirun@uum.edu.my

Muhammad Rizal Razman (Ph.D.)

Profesor

Pusat Penyelidikan Sains dan Governans Kelestarian (SGK),

Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI),

Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM),

43600 UKM, Bangi, Malaysia.

Email: mrizal@ukm.edu.my

Azahan Awang (Ph.D.)
Pensyarah Kanan
Pusat Pembangunan, Sosial dan Persekitaran (SEEDS),
Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan (FSSK),
Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM),
43600 UKM, Bangi, Malaysia.
Email: azahan@ukm.edu.my

Submitted: 15 October 2018

Accepted: 4 February 2019