

**PERAMALAN PENGGUNAAN TENAGA ELEKTRIK DI MALAYSIA
MENGUNAKAN MODEL HOLT-WINTERS**

Oleh

SITI NUR KHAIRANI BINTI CHE HUMAIDI

**IJAZAH SARJANA MUDA SAINS (MATEMATIK) DENGAN PENDIDIKAN
FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS**

2023

PERAKUAN

Saya akui bahawa Laporan Projek Tahun Akhir ini merupakan hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

Nama : Siti Nur Khairani Binti Che Humaidi

Nombor Matrik : D20191089545

Nombor MyKad : 000714-03-0472

Tajuk Kajian : Peramalan Bagi Penggunaan Tenaga Elektrik Di Malaysia
Menggunakan Model Holt-Winters

Program : Ijazah Sarjana Muda Sains (Matematik) dengan Pendidikan

Fakulti : Fakulti Sains dan Matematik

Institusi : Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI)

Tandatangan :

Tarikh :

Disahkan oleh:

Nama Penyelia : Dr. Phoong Seuk Yen

Jabatan : Matematik

Institusi : Universiti Pendidikan Sultan Idris

Tandatangan Penyelia :

Tarikh :

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi rasa syukur ke hadrat Ilahi kerana dengan keberkatan dan izin-Nya dapat jua saya menyiapkan Laporan Projek Tahun Akhir ini dengan jayanya dalam tempoh masa yang telah ditetapkan. Sepanjang saya menyiapkan laporan ini, saya telah mendapat sokongan dan kerjasama yang tidak ternilai daripada pelbagai pihak. Di kesempatan ini, saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan jutaan terima kasih kepada semua yang berkenaan.

Terlebih dahulu, saya ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada Dr. Phoong Seuk Yen selaku penyelia bagi Projek Tahun Akhir saya yang telah banyak membantu, membimbing, memberi sokongan dan bimbingan yang tidak putus-putus kepada saya sepanjang menyiapkan laporan kajian ini. Tanpa bimbingan dan tunjuk ajar beliau, proses menyiapkan laporan kajian ini mungkin akan mengambil masa yang lama.

Disamping itu, jutaan terima kasih juga saya titipkan buat ibu bapa saya yang sentiasa mendoakan saya dan memberi semangat serta dorongan, agar saya sentiasa fokus terhadap apa yang saya ingin lakukan. Ucapan terima kasih juga kepada rakan-rakan seperjuangan atas sokongan, bantuan dan doa kalian, sehingga laporan kajian ini telah dapat disempurnakan dengan jayanya. Akhir kata, ucapan terima kasih juga kepada semua yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam memberikan sumbangan cadangan dan bantuan dalam menyiapkan laporan ini. Semoga kajian ini dapat dijadikan wadah ilmu yang berguna untuk tatapan generasi akan datang.



ABSTRAK

Elektrik merupakan sumber yang penting dalam pembangunan sosial dan ekonomi di seluruh dunia termasuk Malaysia. Penggunaan tenaga elektrik digunakan bagi menggerakkan pelbagai sektor di Malaysia seperti sektor industri, komersial, perlombongan, domestik dan lain lain. Maka, kajian ini dijalankan adalah untuk menganalisis pola bagi penggunaan tenaga elektrik di Malaysia dalam pelbagai sektor serta meramalkan nilai penggunaannya pada tahun 2022 sehingga tahun 2024. Analisis pola dan peramalan ini penting untuk mengetahui dengan lebih lanjut mengenai penggunaan tenaga dalam pelbagai sektor di Malaysia sama ada semakin meningkat atau menurun beserta faktor-faktor yang mendorong kepada terjadinya hal tersebut dan berdasarkan keputusan ini ia dapat membantu banyak pihak untuk terus mengekalkan kecekapan penggunaan tenaga elektrik di Malaysia. Kajian ini menggunakan pendekatan statistik deskriptif seperti analisis min dan sisihan piawai manakala model *Holt-Winters Multiplicative* dipilih bagi membuat peramalan nilai penggunaan elektrik. Analisis data bagi kajian ini menggunakan dua perisian Matematik iaitu *Excel Data Solver* dan Minitab. Ketepatan ramalan bagi kajian ini diukur dengan menggunakan tiga jenis diagnostik model iaitu *Mean Square Error* (MSE), *Mean Standard Deviation* (MAD) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Dapatan kajian menunjukkan nilai level adalah 1.00, nilai trend adalah 0.19 dan nilai seasonal adalah 0.21 manakala nilai MAPE adalah 3.2%. Hal ini menunjukkan model Holt-Winters boleh meramalkan nilai penggunaan tenaga elektrik di Malaysia dengan tepat.

Kata kunci: Analisis; Peramalan; Penggunaan Elektrik; *Holt-Winters*





ABSTRACT

Electricity is an important resource in social and economic development around the world, including Malaysia. In Malaysia, electricity is used to move many sectors such as industrial, commercial, mining, home, and others. Therefore, the purpose of this study is to analyze the pattern of electricity consumption in Malaysia across sectors and forecast the value of electricity consumption from 2022 to 2024. This pattern analysis and forecasting is important to know more about energy consumption in various sectors in Malaysia either increasing or decreasing along with the factors that lead to the occurrence of this and based on these results it can help many parties to continue to maintain the efficiency of electricity consumption in Malaysia. This study uses a descriptive statistical approach such as mean and standard deviation analysis while the Holt-Winters Multiplicative model was chosen to predict the value of electricity consumption. Data analysis for this study used two Mathematical software namely *Excel Data Solver* and Minitab. The prediction accuracy for this study was measured using three types of diagnostic models namely *Mean Square Error* (MSE), *Mean Standard Deviation* (MAD) and *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). The findings of this study show that the level value is 1.00, the trend value is 0.19, and the seasonal value is 0.21, while the MAPE value is 3.2%. This shows that the Holt-Winters model can accurately predict Malaysia's electricity consumption.

Keywords: Analysis; Forecasting; Electricity Consumption; Holt-Winters



**JADUAL KANDUNGAN**

	HALAMAN
PERAKUAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
JADUAL KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	viii
SENARAI RAJAH	ix
SENARAI SINGKATAN	x

BAB 1: PENGENALAN

1.1 Pendahuluan	1
1.2 Latar Belakang Kajian	4
1.3 Pernyataan Masalah	7
1.4 Objektif Kajian	10
1.5 Persoalan Kajian	10
1.6 Kerangka Konseptual Kajian	11
1.7 Kepentingan Kajian	12
1.8 Skop dan Batasan Kajian	15
1.9 Definisi Operasional	16
1.9.1 Tenaga Elektrik	16
1.9.2 Peramalan	17
1.9.3 Model <i>Holt-Winters</i>	17
1.10 Rumusan	18

BAB 2: TINJAUAN LITERATUR

2.1 Pengenalan	19
2.2 Analisis Pola Tenaga Elektrik	19
2.3 Penggunaan Tenaga Elektrik	21
2.4 Faktor Mempengaruhi Penggunaan Elektrik	23
2.5 Kesan Penggunaan Tenaga Elektrik Berlebihan	25
2.6 Peramalan Siri Masa	26
2.7 Model Holt-Winters	29
2.8 Rumusan	31



BAB 3: METODOLOGI

3.1 Pengenalan	32
3.2 Data Perihalan	32
3.2.1 Statistik Deskriptif	32
3.2.2 Plot Siri Masa	34
3.3 Model Holt-Winters	36
3.4 Diagnostik Model	40
3.4.1 Mean Square Error (MSE)	40
3.4.2 Mean Absolute Deviation (MAD)	41
3.4.3 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)	42
3.5 Sampel dan Data	43
3.5.1 Pengumpulan Data	43
3.5.2 Perisian	44
3.6 Rumusan	45

BAB 4: DAPATAN KAJIAN

4.1 Pengenalan	46
4.2 Data Perihalan	
4.2.1 Statistik Deskriptif	46
4.2.2 Plot Siri Masa	48
4.3 Peramalan	52
4.4 Diagnostik Model	56
4.5 Rumusan	58

BAB 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1 Pengenalan	59
5.2 Ringkasan Kajian	59
5.3 Implikasi Kajian	61
5.4 Cadangan Kajian	63
5.5 Rumusan	63

RUJUKAN	64
----------------	-----------

**SENARAI JADUAL**

JADUAL	TAJUK	HALAMAN
Jadual 3.1	Tahap Ketepatan MAPE	43
Jadual 4.1	Nilai Statistik Deskriptif	47
Jadual 4.2	Nilai Peramalan Penggunaan Tenaga Elektrik	54
Jadual 4.3	Nilai Diagnostik Model Data Training dan Testing	56
Jadual 4.3	Nilai Diagnostik Model Bagi Peramalan	57



**SENARAI RAJAH**

RAJAH	TAJUK	HALAMAN
Rajah 1.1	Sumber Penjanaan Elektrik di Malaysia	2
Rajah 1.2	Kerangka Konseptual Kajian	11
Rajah 1.3	Formula Takrifan bagi Tenaga Elektrik	16
Rajah 3.1	Carta Alir Holt-Winters	39
Rajah 4.1	Box Plot	48
Rajah 4.2	Plot Siri MAsa	49
Rajah 4.3	Graf Peramalan Menggunakan Minitab	52
Rajah 4.4	Graf Peramalan Menggunakan Excel	53



SENARAI SINGKATAN/SIMBOL

		HALAMAN
TBB	Tenaga Boleh Baharu	2
IR	Industrial Revolution	4
MGj	Megawatt-jam	23
KWj	Kilowatt-jam	24
ML	Machine Learning	28
n	Bilangan pemerhatian	33
$\bar{Y}$	Min	33
Y	Set pemerhatian	33
SD	Standard Deviation	33
α, β, γ	Smoothing Constant	37
t	Masa	37
Y_t	Nilai Pemerhatian Sebenar	37
M	Tempoh Masa Per Tahun	37
L_t	Komponen Tahap (Level)	37
T_t	Komponen Aliran (Trend)	37
S_t	Komponen Musim (Seasonal)	37
F_{t+k}	Peramalan untuk k tempoh ke hadapan	37
Y_i	Nilai diperhatikan	41
$\hat{Y}_i$	Nilai Ramalan	41
$m(X)$	Nilai Purata Set Data	42
x_i	Nilai Data dalam Set	42

BAB 1

Pengenalan

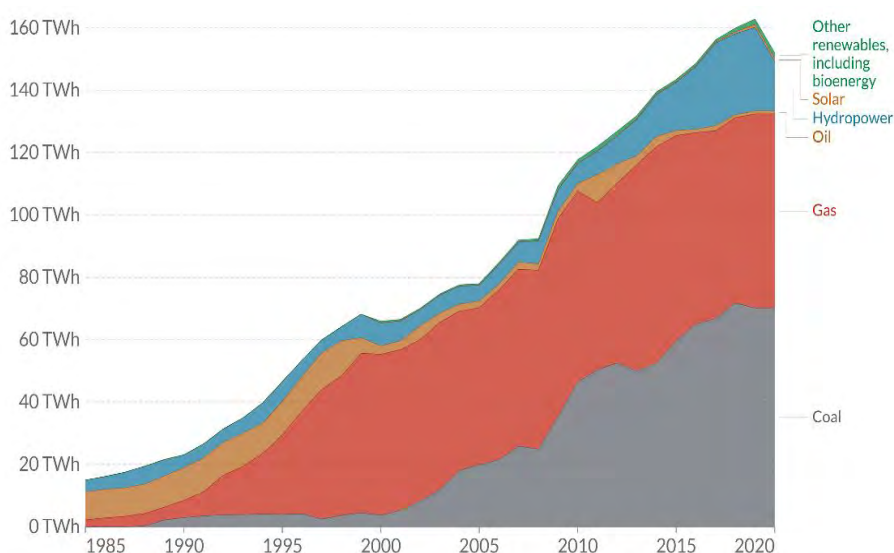
1.1 Pendahuluan

Tenaga adalah perkara yang sangat penting kepada kehidupan dan semua organisma hidup. Terdapat banyak jenis tenaga seperti tenaga elektrik, tenaga kinetik, tenaga keupayaan, tenaga nuklear dan seterusnya (Halim, 2021). Bahan api fosil yang merupakan sumber asal bagi tenaga elektrik adalah seperti arang batu, gas asli dan petroleum, sumber nuklear dan boleh diperbaharui seperti solar, hidro, angin, biojisim, pasang surut, geoterma dan lain-lain digunakan untuk penjanaan bagi memudahkan aktiviti manusia (Puspitasari & Murtafi'in, 2021). Menurut International Agensi Tenaga (IEA, 2018), 66.7% penjanaan elektrik dunia adalah daripada bahan api fosil, 22.7% daripada sumber boleh diperbaharui dan 10.6% adalah daripada pembelahan nuklear.

Penggunaan tenaga elektrik merupakan salah satu sumber yang utama dalam mewujudkan suasana, persekitaran dan bangunan kondusif serta bagi memudahkan kehidupan di kalangan penduduk Malaysia (Hussain, 2013). Oleh yang demikian, penggunaan sumber tenaga elektrik perlulah dilakukan dengan cekap dan meminimumkan pembaziran penggunaan kerana tenaga elektrik dijanakan dari sumber yang memerlukan kos yang tinggi.

Menurut statistik dari Suruhanjaya Tenaga Malaysia, pada tahun 2018, jumlah tenaga elektrik yang dijana di Semenanjung Malaysia adalah sebanyak 144.640 Terawatt-jam (TWj) iaitu meningkat sebanyak 4.8% dari tahun 2017. Daripada jumlah penjanaan tersebut, 52.8% adalah bersumberkan dari arang batu, 42.4% daripadanya

adalah bersumberkan dari gas asli, hidro sebanyak 3.7%, 0.9% tenaga boleh baharu (TBB), diesel sebanyak 0.1% dan baki 0.1% adalah haba sisa perindustrian. Manakala di Sabah pula, 64% daripada loji jana kuasanya menggunakan gas asli, 15% pula adalah daripada diesel, 4% daripada hidro dan lain-lain sebanyak 17% dan di Sarawak pula, hidro menjadi punca utama penjanaan tenaga elektrik iaitu sebanyak 67.9%, gas asli pula adalah sebanyak 19.4%, 9.4% adalah daripada arang batu, 2.4% dan 0.8% adalah daripada diesel manakala selebihnya merangkumi bahan api lain di dalam kadar peratusan yang kecil (Suruhanjaya Tenaga Malaysia, 2020).



Rajah 1.1: Sumber Penjanaan Elektrik di Malaysia

Daripada statistik dalam Rajah 1.1, jelas menunjukkan bahawa penjanaan tenaga elektrik di Malaysia adalah agak meluas kerana tidak bergantung kepada satu sumber sahaja untuk memastikan keseluruhan negeri di Malaysia termasuk Sabah dan Sarawak mendapat tenaga elektrik secukupnya. Tenaga elektrik tidak dinafikan lagi



sudah menjadi satu keperluan utama dan sangat penting bagi sebuah negara yang sedang maju dan semakin berkembang seperti Malaysia (Nor *et al.*, 2021). Tenaga adalah salah satu sumber yang paling diperlukan untuk ekonomi pembangunan terutamanya di negara membangun seperti Malaysia. Apabila bandar terus berkembang dan lebih ramai penduduk di kawasan bandar, sumber tenaga menjadi sangat penting untuk memenuhi keperluan manusia. Dalam konteks kuasa elektrik, sektor domestik kekal sebagai salah satu penggunaan elektrik utama sejajar dengan sektor perindustrian dan komersial (Ali *et al.*, 2020).

Oleh yang demikian, permintaan terhadap tenaga elektrik adalah selari dengan pembangunan bertujuan untuk perindustrian, komersial, perlombongan, domestik dan lain-lain seperti pengangkutan. Hal ini dikatakan demikian kerana, tenaga elektrik digunakan bagi menggerakkan pengangkutan terutamanya nadi pengangkutan utama di bandar-bandar iaitu pengangkutan awam seperti komuter, monorel dan sebagainya (Zainuddin *et al.*, 2017). Begitu juga bagi perindustrian seperti kilang-kilang, komersial, domestik dan kediaman yang menggunakan tenaga elektrik bagi memenuhi keperluan dan tujuan harian. Hampir 50% daripada tenaga elektrik adalah digunakan oleh sektor industri. Sektor komersial menjadi pengguna kedua terbesar diikuti dengan sektor kediaman dan sektor-sektor lain seperti pengangkutan, lampu awam, perlombongan dan pertanian (Suruhanjaya Tenaga Malaysia, 2020).

1.2 Latar Belakang Kajian

Revolusi Perindustrian (IR) 4.0 yang diperkenalkan pada tahun 2020 telah meningkatkan penggunaan tenaga elektrik di seluruh dunia (Savitri, 2019). Menurut Jabatan Perangkaan Malaysia (2020), antara sebab yang menjadi pencetus Revolusi





Perindustrian 4.0 adalah kebolehan kuasa yang tinggi dalam sistem pemprosesan dan disokong dengan penghasilan produk berteknologi tinggi hasil keupayaan penstoran digital. Hal ini penting kerana ia mampu meningkatkan kemajuan dalam bidang perindustrian serta komersial negara akan tetapi ia meningkatkan penggunaan tenaga elektrik. Peningkatan penggunaan tenaga elektrik adalah disebabkan oleh teknologi-teknologi besar, berat serta canggih yang digunakan dalam IR 4.0 seperti robot. Lebih daripada 20,000 TWj tenaga elektrik telah digunakan di seluruh dunia dan ia meningkat pada kadar 2.6% setahun terutamanya pada sektor perindustrian dan perlombongan (Fonna, 2019).

Corak atau pola penggunaan tenaga ini dijangka semakin meningkat pada masa hadapan kerana berlakunya kecanggihan teknologi, peningkatan populasi selain pertumbuhan ekonomi di Malaysia. Menurut Ansahri (2019), peningkatan populasi penduduk merupakan salah satu faktor yang mendorong peningkatan dari segi penggunaan tenaga elektrik. Corak penggunaan tenaga elektrik atau pola penggunaannya di semua negara termasuk Malaysia sentiasa terdapat perubahan disebabkan oleh faktor-faktor seperti yang dinyatakan dan yang paling membawa sedikit perubahan atau impak kepada pola penggunaan tenaga elektrik pada awal tahun 2020 adalah kerana wabak Covid-19.

Pandemik Covid-19 yang melanda seluruh negara pada hujung 2019 telah mengakibatkan Ordinan Kawalan Pergerakan diperkenalkan yang mana semua rakyat digalakkan tinggal di rumah dan mengadakan strategi bekerja dari rumah bagi memutuskan rantaian Covid-19. Hal ini merupakan satu perkara yang agak serius dan perlu diambil berat kerana tenaga elektrik memainkan peranan yang paling penting





dalam suatu pengoperasian sesebuah kediaman. Semua sistem di kediaman dikuasakan oleh elektrik daripada grid kuasa (Konan & Asmangi, 2021). Sistem penghawa dingin, sistem pencahayaan, sistem peralatan motor dan sebagainya merupakan antara sistem yang terdapat dalam sesebuah kediaman yang mana sekiranya tidak mempunyai bekalan elektrik yang mencukupi, sesetengah sistem atau peranti ini mungkin tidak berfungsi seperti biasa. Penggunaan semua sistem ini dalam masa yang lama dan berterusan akan mengakibatkan berlakunya peningkatan dalam pola penggunaan tenaga elektrik (Ali *et al.*, 2019).

Ramalan bagi penggunaan tenaga elektrik di Malaysia sentiasa dilakukan bagi meneliti pola perubahannya dan sebagai persediaan untuk masa hadapan sekiranya terdapat perubahan yang kontra terhadap pola penggunaan tenaga elektrik ini (Suruhanjaya Tenaga Malaysia, 2020). Terdapat banyak kaedah dan model siri masa yang boleh digunakan bagi membuat ramalan penggunaan tenaga elektrik seperti kajian yang dijalankan oleh Aurna *et al.* (2020) yang meramalkan penggunaan tenaga elektrik menggunakan model *Holt-Winters* dan *Autoregressive Integrated Moving Average* manakala kajian penggunaan elektrik oleh Sokannit dan Chujai (2021) menggunakan pendekatan model *ARIMA*, *GARCH* and *Winters Triple Exponential Smoothing* dalam kajian mereka yang meramalkan penggunaan tenaga elektrik di kediaman. Berdasarkan penelitian yang dijalankan oleh Miao (2015) model *ARIMA* digunakan untuk meramalkan penggunaan tenaga elektrik di negara China. Namun, dalam kajian ini, model ramalan adalah lebih tertumpu kepada Model *Holt-Winters* sahaja atau dikenali juga dengan *Model Double Exponential Smoothing* atau *Trend-Enhanced Exponential Smoothing*.





Jangkaan awal penggunaan elektrik mengalami perubahan pola pada tahun 2022, terutamanya disebabkan oleh aktiviti yang kembali beroperasi dalam sektor-sektor yang besar seperti komersial dan industri dan terdapat juga pola penurunan penggunaan tenaga elektrik di bangunan-bangunan kediaman kerana semua penduduk mula keluar bekerja seperti biasa dan hal ini akan menjadikan lebih ramai pengguna di sektor-sektor yang lebih besar seperti sektor perlombongan, perindustrian dan komersial (Azemi *et al.*, 2019). Walaupun terdapat banyak dasar dan insentif diperkenalkan untuk memastikan penggunaan tenaga pada tahap yang normal seperti menggunakan tenaga yang boleh diperbaharui, ternyata industri tenaga boleh diperbaharui masih gagal bersaing dengan sumber bahan api utama iaitu bahan fosil (Abas *et al.*, 2015). Hal ini disebabkan oleh kekangan teknologi, modal yang lebih tinggi, kos operasi, dan lain-lain. Maka, kajian ini dilakukan adalah untuk menganalisis corak atau pola bagi penggunaan tenaga elektrik di Malaysia dalam pelbagai sektor serta meramalkan penggunaannya pada tahun 2022 dengan menggunakan model siri masa iaitu Model *Holt-Winters*.

1.3 Pernyataan Masalah

Elektrik merupakan sumber yang penting dalam pembangunan sosial dan ekonomi di semua negara seluruh dunia termasuk Malaysia (Ghazali *et al.*, 2018). Sudah lebih





daripada 20 tahun, Malaysia berjaya mempelbagaikan penggunaan tenaga dengan memanfaatkan sumber tenaga domestik seperti minyak dan gas asli (Tuck, 2012). Dalam pada masa yang sama, Malaysia juga menggunakan arang batu, diesel, hidro dan sebagainya sebagai tambahan sumber tenaga (Halim & Zilan, 2021). Tenaga-tenaga yang dijanakan ini adalah mengikut kepada keperluan dan permintaan pengguna untuk memastikan tiada pembaziran tenaga dan juga untuk mengekalkan kecukupan penggunaan tenaga elektrik di Malaysia (Abas *et al.*, 2013).

Namun, pada akhir 2019, Malaysia dilanda wabak Covid-19 yang mana mengubah segala-galanya dan hampir melumpuhkan ekonomi dunia (Izhar *et al.*, 2021). Pandemik ini telah memberi kesan yang besar terhadap penggunaan elektrik di seluruh dunia (Lubis, 2021). Menurut Harun (2021), penggunaan tenaga elektrik pada awal wabak Covid-19 melanda meningkat daripada sebelum berlakunya pandemik Covid-19. Hal ini adalah kerana perubahan tabiat sosioekonomi masyarakat yang mana semua masyarakat yang perlu bekerja dari rumah kerana semua majikan diwajibkan melaksana Dasar Bekerja Dari Rumah (BDR) manakala semua pelajar juga turut diperintahkan supaya menjalankan sesi pembelajaran terbuka dan secara jarak jauh atau *Open and Distance Learning (ODL)* bagi membendung penularan wabak. Maka, lebih banyak penggunaan elektrik digunakan di kediaman masing-masing kerana penggunaan teknologi seperti komputer riba oleh semua masyarakat yang bekerja mahupun belajar dan ini sekaligus mendorong kepada perubahan pola penggunaan tenaga elektrik (Majlis Keselamatan Negara, 2021).

Impaknya, penggunaan tenaga elektrik yang berlebihan di kediaman semasa pandemik Covid-19 telah menyebabkan kerajaan terpaksa meningkatkan jumlah tenaga yang dijananya bagi memenuhi keperluan pengguna. Keadaan ini menyebabkan tarif





elektrik dan bil perkhidmatan elektrik meningkat (Ali *et al.*, 2019). Tarif elektrik atau harga elektrik berbeza-beza secara meluas dari negara ke negara kerana pelbagai sebab seperti harga penjanaan kuasa bergantung pada jenisnya dan harga pasaran bahan api yang digunakan, subsidi kerajaan, peraturan industri, dan juga corak cuaca tempatan (Hamid *et al.*, 2019). Di Malaysia, pelarasan tarif dibuat dalam masa enam bulan sekali berdasarkan kos untuk menjana elektrik. Semakin tinggi permintaan tenaga elektrik maka semakin tinggi tarif elektrik. Hal ini berlaku kerana berlaku lonjakan harga arang batu dan pada masa yang sama berlakunya kemerosotan nilai Ringgit Malaysia. Hal ini menjadikan kos arang batu yang semuanya diimport dalam Dollar Amerika Syarikat (USD) melambung tinggi. Kekurangan subsidi gas menerusi program rasionalisasi subsidi gas pula telah meningkatkan harga gas asli untuk penjanaan (Suruhanjaya Tenaga Malaysia, 2018). Maka, hal ini menyebabkan kos bahan api semakin meningkat di Malaysia. Maka, untuk menampung perbelanjaan tersebut, kerajaan terpaksa meningkatkan tarif elektrik dan bil perkhidmatan tenaga elektrik setiap bulan (Yusof, 2012).

Menurut Shariff dan Shafie (2019), faktor pertumbuhan ekonomi dan populasi yang semakin meningkat juga menyebabkan berlakunya peningkatan dalam penggunaan tenaga elektrik. Pertumbuhan ekonomi negara amat bergantung kepada bekalan tenaga yang baik dan mencukupi untuk menyokong pertumbuhan ekonomi tersebut. Sebagai contoh, sektor perlombongan yang menjadi sumber ekonomi negara yang banyak memerlukan sumber tenaga elektrik bagi menggerakkan jentera-jentera untuk cari gali. Pertumbuhan ekonomi kecil yang berlaku adalah apabila terdapatnya penubuhan syarikat-syarikat dan perniagaan atas talian di Malaysia yang semakin meningkat daripada 76,443 buah pada 2019 kepada 85,901 sehingga September 2020 dengan jumlah pendaftaran yang paling tinggi adalah pada Julai 2020 melibatkan





sebanyak 17,254 buah syarikat dan perniagaan (Berawi, 2021). Hal ini adalah disebabkan oleh urusan jual beli banyak menggunakan pembayaran elektronik bagi mengurangkan penyebaran dan jangkitan virus dengan mengurangkan kadar bersentuhan. Tenaga Nasional Berhad (TNB) telah menetapkan had berapa banyak pengguna elektrik boleh menggunakan setiap hari, namun sistem pembayaran elektronik baharu ini menyebabkan penggunaan elektrik meningkat melebihi apa yang dirancang pada asalnya. Penggunaan bahan atau produk berteknologi tinggi yang berasaskan faktor ekonomi yang berkembang pesat boleh menimbulkan pelbagai risiko.

Menurut Shahron dan Wee (2020), penggunaan tenaga elektrik yang tinggi ini akan menyebabkan kemusnahan kepada alam sekitar seperti perubahan cuaca atau iklim. Kesan penggunaan bahan api fosil sejak abad ke-18 sehingga kini telah membawa kepada beberapa perubahan iklim yang tidak menentu dan tidak dapat diramalkan (Yew *et al.*, 2019). Perubahan iklim ialah perubahan iklim dunia yang mempengaruhi manusia dan ekosistem sama ada secara langsung atau tidak langsung (Saad *et al.*, 2018). Pengurangan yang drastik dalam penggunaan tenaga mesti dilaksanakan bagi menangani isu perubahan iklim kerana penggunaan tenaga merupakan salah satu penyumbang terbesar kepada pelepasan karbon di atmosfera dan seterusnya meningkatkan risiko terjadinya perubahan iklim (Rahman & Suppian, 2015). Pada masa kini, kebanyakan tenaga yang dijana adalah dari sumber yang tidak boleh diperbaharui seperti pembakaran bahan api fosil, arang batu, minyak dan gas asli. Menurut Suruhanjaya Tenaga Eropah (2020), pembakaran bahan api fosil ini menyumbang sekitar 80% daripada pelepasan gas rumah hijau.

Oleh itu, pengurusan penggunaan tenaga perlu dititikberatkan bagi memastikan tenaga elektrik yang dapat digunakan dengan baik. Kajian lepas menyatakan bahawa





Malaysia masih terus menitikberatkan dan aspek pengurusan tenaga di seluruh negara serta menumpukan kepada aspek penggunaan tenaga boleh diperbaharui untuk penjanaan sumber tenaga elektrik di Malaysia sejak bermulanya Rancangan Malaysia (RMK) kesepuluh dan kesebelas bagi tahun 2011 hingga tahun 2015 dan 2016 masing-masing (Rosli, 2015). Dasar ini dilaksanakan melalui Pelan Induk Kecekapan Tenaga Nasional (NEEM) dan di bawah pengawasan serta pemantauan Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air (KeTTHA) yang merangkumi segala aspek kecekapan penggunaan dan penjimatan tenaga elektrik dipelbagai sektor (KeTTHA, 2013). Selain itu, ramalan nilai penggunaan tenaga juga adalah perlu bagi memastikan negara bersedia untuk menampung peningkatan penggunaan tenaga atau sebaliknya.

1.4 Objektif

Objektif bagi kajian ini adalah:

1. Menganalisis pola bagi penggunaan tenaga elektrik di Malaysia dari tahun 2018 hingga 2021
2. Meramalkan nilai penggunaan tenaga elektrik di Malaysia pada tahun 2022-2024 menggunakan Model *Holt-Winters*

1.5 Persoalan Kajian

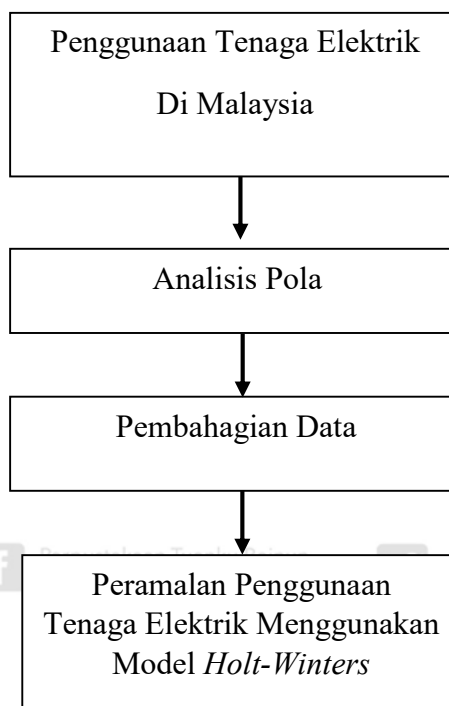
Soalan kajian yang ingin dikaji adalah:

1. Apakah pola bagi penggunaan tenaga elektrik di Malaysia dari tahun 2018 hingga 2021?
2. Apakah nilai peramalan bagi penggunaan tenaga elektrik di Malaysia pada 2022-2054 menggunakan Model *Holt-Winters*?

1.6 Kerangka Konseptual Kajian



Rajah 1.2 menunjukkan kerangka konseptual kajian. Kerangka konseptual ini adalah untuk memberi gambaran tentang topik yang dikaji dalam kajian ini. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis pola penggunaan tenaga elektrik di Malaysia menggunakan model siri masa.



Rajah 1.2: Kerangka Konseptual Kajian

Berdasarkan kerangka konseptual kajian di atas, kajian ini adalah berkenaan penggunaan tenaga elektrik di Malaysia dalam pelbagai sektor seperti perindustrian, komersial, perlombongan, domestik dan sebagainya. Data yang dikumpulkan adalah dari tahun 2018 sehingga tahun 2022 secara bulanan. Data yang digunakan dalam kajian ini merupakan data sekunder yang mana ia diperolehi dan diambil daripada dua sumber yang sahih iaitu Jabatan Perangkaan Malaysia dan juga daripada laman sesawang Suruhanjaya Tenaga Malaysia. Pola penggunaan tenaga elektrik bulanan di Malaysia ini akan dianalisis menggunakan perisian *Excel Data Solver* dan kemudian

menggunakan perisian Minitab bagi menghasilkan suatu graf atau plot siri masa. Berdasarkan plot siri masa yang dihasilkan tersebut, analisis pola akan dapat dibuat terhadap perubahan yang berlaku berdasarkan plot siri masa tersebut.

Seterusnya, pembahagian data akan dilakukan iaitu dengan membahagikan 80% data yang dikumpul sebagai data *training* iaitu data pada Januari 2018 sehingga Jun 2021 manakala lagi 20% iaitu data pada bulan Julai 2021 digunakan sebagai data *testing*. Pembahagian data ini adalah penting bagi membuat ramalan bagi tahun 2022 yang mana masih belum mempunyai data yang sebenar, maka data training akan digunakan untuk meramal data baru. 20% data *testing* diambil adalah untuk mengukur ketepatan ramalan bagi menunjukkan model yang digunakan dalam kajian ini memiliki kemampuan generalisasi yang baik dalam melakukan klasifikasi data. Akhir sekali, peramalan siri masa digunakan bagi meramal penggunaan tenaga elektrik bagi tahun 2022 iaitu menggunakan Model *Holt-Winters*.

1.7 Kepentingan Kajian

Kajian ini mempunyai beberapa kepentingan atas beberapa sebab. Pertama, kajian ini menganalisis pola penggunaan tenaga bagi negara Malaysia. Kebanyakan kajian-kajian lepas tidak menekankan analisis pola tetapi lebih kepada menekankan tentang faktor penggunaan tenaga elektrik yang tinggi seperti kajian yang dilakukan oleh Jaafar (2014) serta Konan dan Asmangi (2021) yang mana kajiannya menumpukan kajian terhadap kecekapan penggunaan tenaga elektrik.

Berdasarkan penelitian kajian lepas, ramai pengkaji yang menganalisis penggunaan elektrik tetapi tidak menyeluruh kepada semua sektor dalam Malaysia sebaliknya hanya tertumpu kepada satu-satu sektor. Misalnya, Mohamad *et al.* (2018) menganalisis pola penggunaan tenaga elektrik di bangunan kediaman iaitu di kolej



kediaman kampus universiti. Maka, kajian ini menganalisis pola penggunaan tenaga elektrik di semua sektor dalam Malaysia seperti sektor perindustrian, komersial, domestik, perlombongan dan lain-lain. Malah tenaga yang dieksport serta kehilangan tenaga juga akan dianalisis dalam kajian ini.

Komponen utama yang memberikan hasil dari sesuatu pengumpulan data adalah menganalisis dan ia juga telah menjadi asas dalam membuat sesuatu keputusan. Data dari pelbagai sumber akan dikumpulkan, dikaji dan kemudiannya akan dianalisis bagi menerbitkan satu kesimpulan berkenaan data tersebut. Maka analisis pola penggunaan tenaga di sini bermaksud kajian ini akan membuat penyelidikan tentang pola penggunaan tenaga untuk mengetahui pelbagai aspeknya seperti kekurangan dari segi penggunaan tenaga elektrik atau terlalu banyak peningkatan dalam penggunaan tenaga elektrik yang dibekalkan dan sebagainya dengan lebih mendalam dan terperinci. Dengan adanya analisis pola ini, penyelidik dapat mengetahui dengan lebih lanjut mengenai penggunaan tenaga dalam pelbagai sektor di Malaysia sama ada semakin meningkat atau menurun dengan faktor-faktor yang mendorong kepada terjadinya hal tersebut dan berdasarkan keputusan ini ia dapat membantu banyak pihak untuk terus mengekalkan kecekapan penggunaan tenaga elektrik di samping mengelakkan dari berlakunya pembaziran tenaga.

Selain itu, dapatan kajian ini juga ada meramalkan nilai penggunaan tenaga elektrik bagi 5 tahun ke hadapan dalam usaha untuk membuat kesimpulan terhadap perubahan pola yang akan berlaku. Hal ini dikatakan demikian kerana, perubahan pola atau corak penggunaan elektrik sentiasa berlaku dari masa ke semasa atas pelbagai faktor (Hussain & Halim, 2020). Berdasarkan penelitian terhadap kajian-kajian



sebelumnya, masih tiada pengkaji yang meramalkan nilai penggunaan tenaga elektrik ini lebih-lebih lagi ketika pandemik di Malaysia. Maka hasil kajian ini boleh digunakan oleh semua yang terlibat dan berkaitan dengan tenaga elektrik seperti Tenaga Nasional Berhad, Suruhanjaya Tenaga Malaysia dan sebagainya supaya dapat meramalkan nilai penggunaan tenaga elektrik ini pada masa akan datang. Hasilnya juga boleh membantu pihak kerajaan dalam mengenalpasti perubahan dalam penggunaan tenaga elektrik sebelum dan semasa pandemik terutamanya agar segala usaha untuk mengekalkan kecekapan penggunaan tenaga.

Pada masyarakat pula, kajian ini memberi kepentingan dari segi analisis penggunaan yang spesifik, misalnya kajian ini akan menganalisis penggunaan elektrik di pelbagai sektor. Maka, dari situ masyarakat dapat melihat penggunaan tenaga di kediaman juga menyumbang kepada kenaikan nilai penggunaan tenaga dan masyarakat boleh tahu bahawa ia juga akan membawa kepada bil perkhidmatan tenaga elektrik yang tinggi. Maka, masyarakat akan lebih cekap dalam menggunakan tenaga di kediaman masing-masing bagi mengelakkan peningkatan dalam penggunaan elektrik. Selain itu, kajian ini juga dapat memberi sumbangan kepada masyarakat dari segi persediaan awal kerana kajian ini meramalkan penggunaan tenaga elektrik pada masa akan datang. Maka, masyarakat akan dapat mengawal dari segi penggunaan tenaga elektrik dari awal dan ini dapat membantu mengurangkan penggunaan tenaga elektrik di Malaysia.

1.8 Skop dan Batasan Kajian

Skop kajian ini adalah untuk menganalisis dan meramalkan penggunaan tenaga elektrik di Malaysia dalam pelbagai sektor. Kajian ini memberi tumpuan terhadap pola penggunaan elektrik dari tahun 2018 sehingga tahun 2021. Data akan dikumpulkan

hanya untuk 4 tahun bersamaan 48 bulan iaitu bermula Januari 2018 sehingga Disember 2021. Kajian ini juga membuat ramalan penggunaan tenaga elektrik bagi tiga tahun masa sahaja iaitu bermula Januari tahun 2022 sehingga Disember tahun 2024.

Kajian ini mengandungi beberapa batasan dan kekangan atas beberapa faktor. Pertama sekali kajian ini terbatas dari segi masa kajian. Oleh itu, kajian ini hanya menggunakan data sekunder iaitu data yang sudah tersedia daripada pelbagai sumber seperti dari Jabatan Perangkaan Malaysia serta Suruhanjaya Tenaga Malaysia kerana pengumpulan data primer memerlukan masa yang lama kerana kajian ini melibatkan penggunaan data bagi beberapa tahun kebelakangan dan tahun yang mendatang. Maka, untuk mendapatkan data primer adalah tidak sesuai bagi kajian ini kerana data perlu dikumpulkan sekurang-kurangnya dalam masa 5 tahun ke atas atau 60 bulan ke atas dan disebabkan kekangan masa, maka data sekunder yang sedia ada sahaja digunakan.

Selain itu, terdapat juga batasan dari segi data yang mana data yang digunakan dalam kajian ini merupakan data penggunaan tenaga elektrik tahunan yang diperoleh dari Jabatan Perangkaan Malaysia tetapi terhad sehingga tahun 2019 sahaja manakala data bulanan pula hanya bermula pada tahun 2018 sehingga tahun 2021. Kajian ini memerlukan data yang banyak agar ramalan yang dilakukan akan menghasilkan ketepatan yang tinggi. Maka, ia agak terbatas kerana pengkaji perlu mencari data dari pelbagai sumber untuk memastikan data yang diperoleh adalah betul dan banyak bagi memenuhi keperluan kajian.

1.9 Definisi Operasional

Definisi operasional adalah bertujuan menjelaskan secara ringkas mengenai pembolehubah. Semua takrifan istilah yang diterangkan dalam bahagian ini merupakan istilah-istilah yang bersesuaian dengan konteks kajian ini sahaja.

1.9.1 Tenaga elektrik

Tenaga membawa maksud kebolehan dan keupayaan sistem untuk bergerak atau melakukan kerja manakala elektrik pula bermaksud suatu tenaga yang tidak dapat dilihat dengan mata kasar tetapi boleh dirasakan dan digunakan oleh manusia. Ia berlaku apabila elektron mengalir melalui pengalir dari satu titik ke titik yang lain (Idris *et al.*, 2021). Maka, tenaga elektrik didefinisikan sebagai kerja yang dilakukan semasa cas elektrik dipindahkan di antara dua titik yang mempunyai beza keupayaan (Hazwani, 2021). Takrifan ini boleh ditulis dalam formula seperti dalam Rajah 1.3 berikut:

Berdasarkan rumus beza keupayaan, $V = \frac{E}{Q}$

V = beza keupayaan

E = tenaga elektrik

Q = cas elektrik

Tenaga elektrik, $E = VQ$

Unit: Joule (J)

Rumus lain bagi tenaga elektrik:

Daripada rumus cas elektrik, $Q = It$ gantikan ke dalam rumus $E = VQ$

$E = V(It)$ daripada rumus beza keupayaan, $V = IR$

$E = (IR)(It)$

$E = I^2Rt$ atau $E = \frac{V^2t}{R}$

Rajah 1.3: Formula takrifan bagi tenaga elektrik

Tenaga elektrik yang dibekalkan biasanya akan ditukarkan kepada tenaga haba, tenaga cahaya dan juga tenaga kinetik bagi sesuatu sistem untuk berfungsi dengan baik. Unit SI bagi tenaga elektrik pula adalah Joule (J).

1.9.2 Peramalan

Ramalan adalah suatu seni atau sains yang mana meramalkan kejadian masa hadapan. Hal ini boleh dilakukan dengan melibatkan pengambilan data sejarah lalu dan mengunjurkannya ke masa hadapan dengan menggunakan model yang sistematik (Rachman, 2018). Menurut Durrah, (2018) peramalan adalah kaedah meramalkan apa yang akan berlaku pada masa hadapan secara sistematik dan pragmatik berdasarkan data yang relevan pada masa lalu. Penentuan tempoh masa ramalan bergantung kepada keadaan dan keadaan sebenar dan objektif ramalan. Tempoh masa yang biasa digunakan ialah harian, mingguan, bulanan, separuh tahunan dan tahunan. Semakin jauh tempoh masa hadapan yang akan diramalkan, semakin kurang tepat hasil ramalannya (Muhartini *et al.*, 2021).

1.9.3 Model *Holt-Winters*

Holt-Winters ialah salah satu teknik ramalan yang paling popular untuk siri masa (Liu *et al.*, 2020). Ia sudah berusia beberapa dekad, tetapi ia masih terdapat di mana-mana dalam banyak aplikasi, termasuk pemantauan, di mana ia digunakan untuk tujuan seperti pengesanan anomali dan perancangan kapasiti. Terdapat dua variasi kaedah ramalan *Holt-Winters* iaitu model tambahan dan pendaraban variasi bermusim. Model pendaraban sesuai untuk siri masa dengan corak bermusim yang semakin meningkat yang berkadar dengan tahap data manakala model aditif pula sesuai untuk menyesuaikan siri masa dengan variasi bermusim yang berterusan (Almazrouee *et al.*, 2020).

1.10 Rumusan

Bab ini membincangkan tentang latar belakang kajian yang memberi penekanan terhadap penggunaan tenaga elektrik di Malaysia. Kajian ini dilakukan adalah untuk menganalisis pola penggunaan tenaga elektrik di Malaysia yang merangkumi



kediaman, pengangkutan, komersial, industri dan lain-lain. Kekurangan kajian oleh pengkaji lepas mengenai analisis penggunaan tenaga elektrik di Malaysia dibincangkan bersama. Dalam bab ini, dua objektif kajian telah dijelaskan yang merangkumi hubungan antara analisis dan ramalan nilai penggunaan tenaga elektrik di semua sektor dalam Malaysia. Kerangka konseptual kajian turut diperjelaskan dalam bab ini bersama teori-teori yang digunakan sepanjang kajian ini. Soalan kajian, kepentingan dan batasan kajian juga telah diperjelaskan dengan terperinci. Definisi istilah yang digunapakai juga dihuraikan dalam bab ini.



BAB 2

TINJAUAN LITERATUR

