



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi

HUBUNGAN PARAS PARTIKEL TERAMPAI (PM₁₀) DENGAN PARAMETER METEOROLOGI DAN SIMPTOM PENYAKIT PERNAFASAN DI IPOH, PERAK.

MOHAMAD IHSAN BIN MUHAMAD ISMAIL



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi

UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2023



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi

HUBUNGAN PARAS PARTIKEL TERAMPAI (PM₁₀) DENGAN PARAMETER
METEOROLOGI DAN SIMPTOM PENYAKIT PERNAFASAN
DI IPOH, PERAK.

MOHAMAD IHSAN BIN MUHAMAD ISMAIL



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi

TESIS DIKEMUKAKAN BAGI MEMENUHI SYARAT MEMPEROLEH
DOKTOR FALSAFAH

FAKULTI SAINS KEMANUSIAN
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2023



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi



Sila tanda (✓)
Kertas Projek
Sarjana Penyelidikan
Sarjana Penyelidikan dan Kerja Kursus
Doktor Falsafah

✓

INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH

PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN

Perakuan ini telah dibuat pada 17.....(hari bulan).....Mei..... (bulan) 2023...

i. Perakuan pelajar :

Saya, MOHAMAD IHSAN BIN MUHAMAD ISMAIL P20162001695
FAKULTI SAINS KEMANUSIAN (FSK) (SILA
NYATAKAN NAMA PELAJAR, NO. MATRIK DAN FAKULTI) dengan ini mengaku bahawa
disertasi/tesis yang bertajuk HUBUNGAN PARAS PARTIKEL TERAMPAI (PM10) DENGAN
PARAMETER METEOROLOGI DAN SIMPTOM PENYAKIT PENAFASAN DI IPOH, PERAK.

adalah hasil kerja saya sendiri. Saya tidak memplagiat dan apa-apa penggunaan mana-mana
hasil kerja yang mengandungi hak cipta telah dilakukan secara urusan yang wajar dan bagi
maksud yang dibenarkan dan apa-apa petikan, ekstrak, rujukan atau pengeluaran semula
daripada atau kepada mana-mana hasil kerja yang mengandungi hak cipta telah dinyatakan
dengan sejelasnya dan secukupnya


Tandatangan pelajar

ii. Perakuan Penelia:

PROF. MADYA DR. MOHD HAIRY BIN IBRAHIM- PENYELIA UTAMA
PROF. MADYA TS. DR NOR KALSUM BT. MOHD ISA - PENYELIA BERSAMA
Saya, _____ (NAMA PENYELIA) dengan ini
mengesahkan bahawa hasil kerja pelajar yang bertajuk HUBUNGAN PARAS PARTIKEL TERAMPAI (PM10) DENGAN
PARAMETER METEOROLOGI DAN SIMPTOM PENYAKIT PENAFASAN DI IPOH, PERAK.

(TAJUK) dihasilkan oleh pelajar seperti nama di atas, dan telah diserahkan kepada Institut
Pengajian Siswazah bagi memenuhi sebahagian/sepenuhnya syarat untuk memperoleh Ijazah
DOKTOR FALSAFAH (SLA NYATAKAN NAMA
IJAZAH).

18 Mei 2023

Tarikh


Tandatangan Penelia
PROF. MADYA DR. MOHD HAIRY IBRAHIM
Pensyarah
Jabatan Geografi & Alam Sekitar
Fakulti Sains Kemanusiaan
Universiti Pendidikan Sultan Idris



**INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH /
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES**

**BORANG PENGESAHAN PENYERAHAN TESIS/DISERTASI/LAPORAN KERTAS PROJEK
DECLARATION OF THESIS/DISSERTATION/PROJECT PAPER FORM**

Tajuk / Title: HUBUNGAN PARAS PARTIKEL TERAMPAI (PM10) DENGAN PARAMETER METEROLOGI
DAN SIMPTOM PENYAKIT PENAFASAN DI IPOH, PERAK

No. Matrik / Matric's No.: P20162001695

Saya / I : MOHAMAD IHSAN BIN MUHAMAD ISMAIL

(Nama pelajar / Student's Name)

mengaku membenarkan Tesis/Disertasi/Laporan Kertas Projek (Kedoktoran/Sarjana)* ini disimpan di Universiti Pendidikan Sultan Idris (Perpustakaan Tuanku Bainun) dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

acknowledged that Universiti Pendidikan Sultan Idris (Tuanku Bainun Library) reserves the right as follows:-

1. Tesis/Disertasi/Laporan Kertas Projek ini adalah hak milik UPSI.
The thesis is the property of Universiti Pendidikan Sultan Idris
2. Perpustakaan Tuanku Bainun dibenarkan membuat salinan untuk tujuan rujukan dan penyelidikan.
Tuanku Bainun Library has the right to make copies for the purpose of reference and research.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan Tesis/Disertasi ini sebagai bahan pertukaran antara Institusi Pengajian Tinggi.
The Library has the right to make copies of the thesis for academic exchange.
4. Sila tandakan (✓) bagi pilihan kategori di bawah / Please tick (✓) for category below:-

☐ **SULIT/CONFIDENTIAL**

Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub dalam Akta Rahsia Rasmi 1972. / Contains confidential information under the Official Secret Act 1972

☐ **TERHAD/RESTRICTED**

Mengandungi maklumat terhad yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan ini dijalankan. / Contains restricted information as specified by the organization where research was done.

☒ **TIDAK TERHAD / OPEN ACCESS**

(Tandatangan Pelajar/ Signature)

Tarikh: 18 Mei 2023

PROF. MARYAM MOHD FAIRY IBRAHIM
(Tandatangan / Signature of Supervisor)
& (Nama & Cop Rasmi / Name & Official Stamp)
Jabatan Geografi & Alam Sekitar
Fakulti Sains Kemanusiaan
Universiti Pendidikan Sultan Idris

Catatan: Jika Tesis/Disertasi ini **SULIT @ TERHAD**, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh laporan ini perlu dikelaskan sebagai **SULIT** dan **TERHAD**.

Notes: If the thesis is **CONFIDENTIAL** or **RESTRICTED**, please attach with the letter from the organization with period and reasons for confidentiality or restriction.

PENGHARGAAN

Dengan nama Allah yang Maha Pemurah lagi Maha Mengasih

Asalamualaikum W.B.T

Terlebih dahulu saya bersyukur kehadiran ilahi keran dengan izin dan limpah inayahnya dapat saya menyiapkan laporan penulisan ilmiah saya ini dalam tempoh masa yang penuh dengan dugaan. Seterusnya saya ingin mengucapkan ribuan dan utaan terima kasih kepada penyelia saya iaitu Profesor Madya Dr. Hairy Ibrahim dan Profesor Madya Ts. Dr. Nor Kalsum Binti Mohd Isa atas tunjuk ajar, bimbingan serta panduan kepada saya dalam proses menghasil dan menyiapkan tesis ini.

Tidak dilupakan juga kepada ibu saya Saodah Bt. Shafiee dan arwah ayah saya Muhamad Ismail B. Fakir Muhamad yang sentiasa memberi semangat, sokongan dan nasihat supaya selesaikan tesis ini. Kepada orang yang paling rapat dan paling disayangi iaitu isteri Intan Fairus Bt. Ja'afar yang banyak berkorban masa, tenaga dan sentiasa memberi kata semangat dalam saya meneruskan pengajian sehingga menghasilkan sebuah tesis ini. Tidak dilupakan juga kepada rakan-rakan dan pensyarah yang menjadi rujukan untuk menjalankan kajian tesis ini.

Di samping itu, saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Majlis Bandaraya Ipoh, Jabatan Alam Sekitar dan Jabatan Meteorologi atas kerjasama dari segi bantuan data dan tunjuk ajar. Penghargaan buat Kementerian Pengajian Tinggi dan UPSI atas Skim Geran Penyelidikan Fundamental Nombor Kod Penyelidikan FRGS/1/2019/SS07/upsi/02/2 yang turut membantu dalam saya menjayakan kajian ini sehingga tamat serta membantu menyumbang kesinambungan kajian tersebut.

Akhir kata, hanya kepada ALLAH sahaja saya berserah suapaya membalas budi baik yang kalian curahkan kepada saya. Sekian terima kasih.

ABSTRAK

Kajian bertujuan untuk menentukan hubungan partikel terampai PM_{10} dan $PM_{2.5}$ dengan parameter meteorologi melibatkan suhu, kelembapan, kelajuan angin serta simptom penyakit pernafasan iaitu batuk, selesema, bersin, dan sesak nafas. Kajian menggunakan kaedah pencerapan di lapangan, borang soal selidik dan dapatan data sekunder dari Jabatan Meteorologi Malaysia. Data mentah dari pencerapan, soal selidik dan data sekunder yang diperolehi dianalisis secara deskriptif melibatkan purata, median, maksimum dan minimum dan seterusnya dianalisis secara inferensi menggunakan ujian parametrik dan bukan parametrik. Dapatan kajian menunjukkan bahawa pola partikel terampai PM_{10} dan $PM_{2.5}$ adalah sangat tinggi di bahagian pusat bandar dan tinggi di beberapa kawasan pinggir bandar yang berdekatan dengan kawasan industri. Pola partikel terampai yang tinggi ini sangat mempengaruhi parameter meteorologi terutamanya suhu dan parameter kelembapan juga terkesan dengan pengaruh kekuatan yang sederhana. Dapatan data dari Jabatan Meteorologi juga menunjukkan dalam tempoh 10 tahun keadaan suhu dan kelembapan berada pada tahap tinggi. Dilihat dari kesan kepada simptom penyakit pernafasan, dapatan kajian menunjukkan bersin, batuk dan selesema merupakan simptom yang tertinggi dihidapi oleh responden. Keseluruhan dapatan kajian menunjukkan kepekatan partikel terampai bukan sahaja mengganggu parameter meteorologi, malahan juga menjadi penyebab kepada masalah simptom penyakit pernafasan penduduk di Ipoh.



THE RELATIONSHIP OF SUSPENDED PARTICLES PM₁₀ WITH METEOROLOGICAL PARAMETERS AND RESPIRATORY DISEASE SYMPTOMS IN IPOH, PERAK.

ABSTRACT

The study aims to determine the relationship between suspended particles PM₁₀ and PM_{2.5} with meteorological parameters involving temperature, humidity, wind speed and symptoms of respiratory diseases such as cough, flu, sneezing, and shortness of breath. The study uses observation methods in the field, questionnaires and secondary data from the Malaysian Meteorological Department. Raw data from observations, questionnaires and secondary data obtained were analyzed descriptively involving average, median, maximum and minimum and then analyzed inferentially using parametric and non-parametric tests. The results of the study show that the pattern of PM₁₀ and PM_{2.5} suspended particles is very high in the city center and high in some suburban areas close to industrial areas. This pattern of high suspended particles greatly affects meteorological parameters, especially temperature and humidity parameters are also affected by the influence of moderate strength. Data from the Department of Meteorology also show that over the past 10 years, temperature and humidity conditions have been at a high level. Seen from the effect on the symptoms of respiratory diseases, the findings of the study show that sneezing, coughing and flu are the highest symptoms experienced by the respondents. The overall findings of the study show that the concentration of suspended particles not only interferes with meteorological parameters, but is also the cause of respiratory disease symptoms in Ipoh residents.



KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN KEASLIAN PENULISAN	ii
PENGESAHAN PENYERAHAN TESIS	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	
SENARAI RAJAH	
SENARAI SINGKATAN	

BAB 1	PENGENALAN	
1.1	Pendahuluan	1
1.2	Latar Belakang Kajian	6
1.3	Pemasalahan Kajian	8
1.4	Persoalan Kajian	12
1.5	Objektif Kajian	13
1.6	Hipotesis Kajian	13
1.7	Skop Kajian	15
1.8	Kepentingan Kajian	16
1.9	Organisasi Penulisan Tesis	19



1.10	Difinisi Konseptual dan Operasional	25
1.11	Rumusan	31

BAB 2 KAJIAN LITERATUR

2.1	Pendahuluan	32
2.2	Pencemaran	33
2.2.1	Parameter Bahan Pencemar	34
2.3	Partikel Terampai (PM ₁₀)	37
2.3.1	Maksud Partikel Terampai (PM)	37
2.3.2	Sumber Partikel Terampai	41
2.3.3	Pengangkutan Dan Model Partikel Terampai	44
2.3.4	Pentingnya PM ₁₀ dan PM _{2.5}	45
2.4	Masalah Simptom Penyakit Pernafasan	47
2.4.1	Sistem Pernafasan	48
2.4.2	Simptom Penyakit Pernafasan	50
2.5	Hubungan Partikel Terampai dengan Parameter Meteorologi	54
2.6	Hubungan Partikel Terampai dengan Simptom Penyakit Pernafasan	58
2.7	Partikel Terampai PM ₁₀ di Malaysia dan Implikasinya	66
2.8	Kerangka Konseptual	72
2.9	Rumusan	



BAB 3 KAWASAN KAJIAN

3.1	Pendahuluan	76
3.2	Kawasan Kajian	77
3.2.1	Bentuk Muka Bumi	79
3.2.2	Iklim Dan Cuaca	81
3.2.3	Sistem Saliran	82
3.2.4	Guna Tanah	83
3.2.5	Kuari Dan Lombong	88
3.2.6	Jumlah Penduduk	89
3.2.7	Sistem Jalan Raya	91
3.3	Masalah yang Berlaku di Kawasan Kajian	91
3.3.1	Masalah Pencemaran Udara Punca Industri	92
3.3.2	Simptom Masalah Penafasan	92
3.3.3	Kesesakan Jalan Raya Dan Perebakkan Pembandaran Pesat	93
3.4	Rumusan	94

BAB 4 METODOLOGI KAJIAN

4.1	Pendahuluan	95
4.2	Fasa Dan Peringkat Kajian	95
4.3	Pemilihan Kawasan Kajian	99
4.4	Keperluan Data	99

4.4.1	Pengumpulan Data Primer	100
	(a) Pengumpulan Data Primer Melalui Kajian Lapangan	101
	(b) Pengumpulan Data Primer Melalui Soal Selidik	107
	(c) Kajian Rintis	110
4.4.2	Pengumpulan Data Sekunder	110
4.5	Analisis Data	112
4.5.1	Kesahan Dan Kebolehpercayaan	113
4.5.2	Ujian Normaliti	117
4.5.3	Analisis Kolerasi	123
4.5.4	Analisis Ujian Sperman r	123
4.5.5	Analisis Regrasi	126
4.5.6	Analisis Regrasi Pelbagai (<i>Multiple Regression</i>)	126
4.6	Kaedah Penilaian (Assessment Method) Pendedahan Pencemaran Udara Dalam Kajian Epidemiologi	127
4.6.1	Model Penyebaran (<i>Dispersion Model</i>)	129
4.7	Analisis Data PM ₁₀ dan PM _{2.5}	130
4.8	Analisis Data Soal Selidik	132
4.9	Batasan Kajian	133
4.10	Rumusan	134

BAB 5 DAPATAN KAJIAN

5.1	Pendahuluan	135
-----	-------------	-----

5.2	Analisis Deskriptif Pencerapan	136
5.2.1	Kosentrasi PM_{10} Dan $PM_{2.5}$ Hari Bekerja	136
5.2.2	Kosentrasi PM_{10} Dan $PM_{2.5}$ Hari Tidak Bekerja	146
5.2.3	Kosentrasi PM_{10} Dan $PM_{2.5}$ Melalui Cerapan Malam	157
5.3	Data Statistik Kosentrasi Partikel Di Ipoh Dan Perbandingan Dengan Parameter Kajian.	168
5.3.1	Perbandingan Suhu dan Kosentrasi PM_{10} Dan $PM_{2.5}$	173
5.3.2	Perbandingan Kelembapan dan Kosentrasi PM_{10} Dan $PM_{2.5}$	175
5.3.3	Perbandingan Kelajuan Angin dan Kosentrasi PM_{10} Dan $PM_{2.5}$	177
5.3.4	Perbandingan Parameter Pada Hari Bekerja dan Hari Tidak Bekerja Bagi Sebelah Siang dan Malam.	179
5.4	Min Cerapan Harian Parameter Kajian	186
5.4.1	Ciri Cerapan Harian Setiap Parametar Di Ipoh	186
5.5	Analisis Deskriptif Data Sekunder Parameter Kajian	193
5.5.1	Kosentrasi PM_{10}	193
5.5.2	Purata Suhu	196
5.5.3	Purata Kelembapan	199
5.5.4	Purata Kelajuan Angin	202
5.6	Analisis Deskriptif Soal Selidik	205
5.6.1	Maklumat Peribadi Responden	205
5.6.2	Sejarah Kesihatan Responden	212
5.6.3	Status Kesihatan Responden	216

5.6.4	Tahap Kesedaran Responden	228
5.7	Rumusan	232

BAB 6 ANALISIS INFERENSI

6.1	Pendahuluan	233
6.2	Ujian Normaliti	233
6.2.1	Data Cerapan	233
6.2.2	Data Soal Selidik	236
6.3	Analisis Kolerasi (Perhubungan)	238
6.3.1	Analisis Hubungan Data Cerapan	238
6.3.2	Analisis Hubungan Data Soal Selidik	244
6.4	Anallisis Perbandingan	247
6.5	Analisis Ujian Spearman rho Data Cerapan	249
6.5.1	Ujian Hipotesis Data Cerapan	251
6.5.2	Analisis Keseluruhan Ujian Spearman rho Terhadap Hipotesis Kajian	255
6.6	Analisis Ujian Pearson r Data Soal Selidik	257
6.6.1	Ujian Hipotesis Data Soal Selidik	257
6.6.2	Analisis Keseluruhan Ujian Pearson r Terhadap Hipotesis Kajian	262
6.7	Analisis Regrasi	262
6.7.1	Analisis Regresi Setiap Parameter Di Ipoh	263

6.7.2	Analisis Regresi Masalah Simptom Penyakit Pernafasan Di Ipoh	269
6.9	Analisis Regresi Pelbagai (<i>Multiple Regression</i>)	273
6.9.1	Analisis Regresi Pelbagai (Stepwise) PM ₁₀ dan PM _{2.5}	273
6.9.2	Analisis Regresi Pelbagai (Stepwise) Simptom Kesihatan	279
6.10	Rumusan	281

BAB 7 PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN

7.1	Pendahuluan	282
7.2	Kosentrasi PM ₁₀ dan PM _{2.5}	283
7.2.2	Konsentrasi PM ₁₀ dan PM _{2.5} Dengan Suhu	287
7.2.3	Konsentrasi PM ₁₀ dan PM _{2.5} Dengan Kelembapan	289
7.2.4	Konsentrasi PM ₁₀ dan PM _{2.5} Dengan Kelajuan Angin	290
7.2.5	Konsentrasi Cerapan dan Konsenterasi Data Sekunder (PM ₁₀ dan PM _{2.5})	291
7.3	Masalah Simptom Penyakit Pernafasan	292
7.3.1	Simptom Batuk	292
7.3.2	Simptom Bersin	293
7.3.3	Simptom Selsema	293
7.3.4	Simptom Sukar Bernafas	294
7.4	Kesimpulan Kajian	295
7.5	Implikasi Kajian	296

7.5.1	Sumbangan Hasil Kajian	296
7.5.2	Langkah-Langkah Jangka Masa Pendek	298
7.5.3	Langkah-Langkah Jangka Masa Panjang	300
7.6	Perbincangan Penyelidikan Pada Masa Hadapan	302
7.7	Rumusan	305
RUJUKAN		306 - 334

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka Surat
1.1	Isu semasa berkaitan masalah pencemaran partikel terampai di Ipoh yang memberi kesan kepada sistem penafasan.	10
1.2	Pengunaan istilah 'Partikel Terampai' dalam kajian-kajian lepas.	27
1.3	Ulasan artikel berkaitan jenis simptom masalah penafasan kesan partikel terampai kepada sistem pernafasan.	31
2.1	Piawai Kualiti Udara Ambien Kebangsaan (NAAQS)	37
2.2	Garis Pusat Zarah Dalam Unit Mikron	40
2.3	Halaju pengesanan (V_s) dalam udara tenang dan masa diperlukan untuk berhenti dalam jarak 2 meter (T_s) sebagai satu tanda untuk diameter partikel dalam unit (1 g/cm^3) dan juga menunjukkan kelajuan resapan Brownian (V_d) dan masa dikehendaki untuk zarah menyebarkan dalam purata 2 meter (T_d) dari punca pencemaran.	41
2.4	KelasPartikel dan sumber pencemaran partikel terampai di bandar dengan pembahagian kepada tiga kelas berbeza iaitu partikel kasar (coarse particles), partikel halus (fine particles) dan partikel sangat halus (ultrafine particles).	43
2.5	Perbandingan sifat asas saiz partikel antara PM_{10} dan $PM_{2.5}$	47
2.6	Ulasan artikel berkaitan simptom dan kesan partikel terampai kepada sistem penafasan.	52
2.7	Jenis pencemaran, bahagian sistem yang terganggu dan kesan kepada kesihatan manusia.	53
2.8	Garis Panduan Semasa untuk keteddedahan kepada pencemaran udara.	59
2.9	Nilai purata konsentrasi pencemaran udara bagi kawasan bandar utama di China pada tahun 2013.	60
2.10	Kepekatan partikel terampai di Petaling Jaya pada tahun 1978 - 1983 ($\mu\text{g/m}^3$)	67

3.1	Kawasan Bandaraya Ipoh mengikut pembahagian mukim	77
3.2	Ciri fizikal seperti hutan dan gunung yang terdapat di kawasan Ipoh.	80
3.3	Kawasan Guna Tanah Semasa Keseluruhan Rancangan Tempatan Ipoh	84
3.4	Kilang dan Industri bahan binaan yang beroperasi berasaskan sumber batu kapur di sekitar Ipoh.	87
3.5	Anggaran penduduk Ipoh dari 1893 – 2020	89
3.6	Jumlah penduduk kawasan Pihak Berkuasa Majlis Bandaraya Ipoh, Kinta, 2010.	90
4.1	Spesifikasi Alat Model EDM 164 GRIMM	102
4.2	Lokasi Stesen Pencerapan Kawasan Utara Ipoh, Perak.	104
4.3	Lokasi Stesen Pencerapan Kawasan Selatan Ipoh, Perak.	105
4.4	Guna Tanah dan Status Letakan Stesen di Ipoh Perak.	106
4.5	Kawasan Blok Perancangan mengikut jumlah penduduk dan jumlah responden di Ipoh.	108
4.6	Jadual Panduan Tahap Nilai Pekali Kebolehpercayaan (Cronbach Alpha α)	116
4.7	Dapatan Kajian Rintis Secara Rawak di Kawasan Kajian	116
4.8	Ciri-Ciri Ujian Parametrik Dan Ujian Bukan Parametrik	118
4.9	Analisis Penentuan Ujian Normaliti daripada Institusi Klinikal Kesihatan	119
4.10	Penilaian Kritikal Kaedah Penilaian Pendedahan Penting Pencemaran Udara	128
5.1	Purata Konsentrasi PM10 Hari Bekerja (a) dan (b) Di Ipoh, Perak.	138
5.2	Purata Konsentrasi PM2.5 Hari Bekerja (a) dan (b) Di Ipoh, Perak.	139

5.3	Purata Konsentrasi PM10 Hari Tidak Bekerja (a) dan (b) Di Ipoh, Perak.	147
5.4	Purata Konsentrasi PM2.5 Hari Tidak Bekerja (a) dan (b) Di Ipoh, Perak.	148
5.5	Purata Konsentrasi PM10 dan PM2.5 Tertinggi pada Hari Bekerja dan Hari Tidak Bekerja Di Ipoh, Perak.	154
5.6	Purata Konsentrasi PM10 Hari Bekerja, Cerapan Malam Di Ipoh, Perak.	158
5.7	Purata Konsentrasi PM2.5 Hari Bekerja, Cerapan Malam Di Ipoh, Perak.	159
5.8	Purata Konsentrasi PM10 Hari Tidak Bekerja, Cerapan Malam Di Ipoh, Perak.	160
5.9	Purata Konsentrasi PM2.5 Hari Tidak Bekerja, Cerapan Malam Di Ipoh, Perak.	161
5.10	Statistik Konsentrasi PM10 (Mengikut Stesen) Hari Bekerja Di Ipoh, Perak.	161
5.11	Statistik Konsentrasi PM2.5 (Mengikut Stesen) Hari Bekerja Di Ipoh, Perak.	170
5.12	Statistik Konsentrasi PM10 (Mengikut Stesen) Hari Tidak Bekerja Di Ipoh, Perak.	171
5.13	Statistik Konsentrasi PM2.5 (Mengikut Stesen) Hari Tidak Bekerja Di Ipoh, Perak.	172
5.14	Kategori Cerapan Bagi Pembahagian Hari, Tarikh dan Waktu.	186
5.15	Min Cerapan Harian PM10 Dan PM2.5 Hari Bekerja Di Ipoh.	187
5.16	Min Cerapan Harian PM10 Dan PM2.5 Hari Tidak Bekerja Di Ipoh.	188
5.17	Min Cerapan Harian PM10 Dan PM2.5 Malam Hari Bekerja Di Ipoh.	189
5.18	Min Cerapan Harian PM10 Dan PM2.5 Malam Hari Tidak	189



Bekerja Di Ipoh.

5.19	Min Cerapan Harian Suhu Hari Bekerja dan Hari Tidak Bekerja Di Ipoh.	190
5.20	Min Cerapan Harian Kelembapan Hari Bekerja dan Hari Tidak Bekerja Di Ipoh.	191
5.21	Min Cerapan Harian Kelajuan Angin Hari Bekerja dan Hari Tidak Bekerja Di Ipoh.	192
5.22	Kosentrasi PM10 Bulanan Pada Tahun 2009 Hingga 2018	194
5.23	Statistik Kosentrasi PM10 Tahunan Pada Tahun 2009 Hingga 2018	195
5.24	Statistik Purata Kosentrasi PM10 Bulanan Pada Tahun 2009 Hingga 2018	195
5.25	Statistik Purata Suhu Tahunan Pada Tahun 2009 Hingga 2018	196
5.26	Statistik Purata Suhu Bulanan Pada Tahun 1990 Hingga 2019	198
5.27	Statistik Purata Kelembapan Tahunan Pada Tahun 1990 Hingga 2019	199
5.28	Statistik Purata Kelembapan Bulanan Pada Tahun 1990 Hingga 2019	201
5.29	Statistik Purata Kelajuan Angin Tahunan Pada Tahun 1990 Hingga 2019	202
5.30	Statistik Purata Kelajuan Angin Bulanan Pada Tahun 1990 Hingga 2019	204
5.31	Maklumat Pribadai Responden Dalam Bentuk Kekerapan (N) dan Peratus (%)	206
5.32	Latar Belakang Responden Dalam Bentuk Kekerapan (f) dan Peratus (%)	210
5.33	Sejarah Kesihatan Responden Dalam Peratus dan Bilangan	214
5.34	Status Kesihatan Punca Simptom Batuk	217



5.35	Status Kesihatan Punca Simptom Bersin	219
5.36	Status Kesihatan Punca Simptom Selsema	221
5.37	Status Kesihatan Punca Simptom Sesak Nafas	222
5.38	Status Kesihatan Masalah Simptom Akibat Keterdedahan Kepada Punca Industri dan Kilang.	225
5.39	Tahap Kesedaran Responden Terhadap Persekitaran Tempat Tinggal	230
6.1	Pemeriksaan Normaliti menggunakan kaedah grafik Bagi Data Cerapan Hari Bekerja	234
6.2	Ujian Normaliti Bagi Data Cerapan Hari Bekerja	234
6.3	Pemeriksaan Normaliti menggunakan kaedah grafik Bagi Data Cerapan Hari Tidak Bekerja	235
6.4	Ujian Normaliti Bagi Data Cerapan Hari Tidak Bekerja	235
6.5	Pemeriksaan Normaliti Menggunakan Kaedah grafik Bagi Data Simptom Penafasan	237
6.6	Ujian Normaliti Bagi Data Simptom Penafasan	237
6.7	Hubungan Antara Suhu Dengan Konsentrasi PM10 dan PM2.5.	238
6.8	Hubungan Antara Kelembapan Dengan Konsentrasi PM10 dan PM2.5.	241
6.9	Hubungan Antara Kelajuan Angin Dengan Konsentrasi PM10 dan PM2.5.	243
6.10	Hubungan Antara Simptom Batuk Dengan Punca Simptom Batuk	245
6.11	Hubungan Antara Simptom Bersin Dengan Punca Simptom Bersin	245
6.12	Hubungan Antara Simptom Selsema Dengan Punca Simptom Selsema	246
6.13	Hubungan Antara Simptom Sukar Bernafas Dengan Punca	246

Simptom Sukar Bernafas

6.14	Analisis Perbandingan <i>Study Factor</i> Dengan Perbezaan Waktu Bekerja.	247
6.15	Analisis Perbandingan Simptom Masalah Penafasan	248
6.16	Analisis Ujian Spearman rho hubungan antara suhu dengan kosentrasi partikel (PM10 dan PM2.5)	251
6.17	Analisis Ujian Spearman rho hubungan antara kelembapan dengan kosentrasi partikel (PM10 dan PM2.5)	253
6.18	Analisis Ujian Spearman rho hubungan antara kelajuan angin dengan kosentrasi partikel (PM10 dan PM2.5)	254
6.19	Ujian Keseluruhan Kolerasi Spearman rho Terhadap Hipotesis Kajian	256
6.20	Kolerasi Pearson (r) di antara simptom batuk dengan kosentrasi pertikel terampai.	258
6.21	Kolerasi Pearson (r) di antara simptom bersin dengan kosentrasi pertikel terampai.	259
6.22	Kolerasi Pearson (r) di antara simptom selsema dengan kosentrasi pertikel terampai.	260
6.23	Kolerasi Pearson (r) di antara simptom kesukaran bernafas dengan kosentrasi pertikel terampai	261
6.24	Ujian Keseluruhan Kolerasi Pearson r Terhadap Hipotesis Kajian	262
6.25	Hasil Regresi Pertalian Parameter Meteorologi Dengan Konsentrasi Partikel Pada Waktu Siang Hari Bekerja Di Ipoh.	265
6.26	Hasil Regresi Pertalian Parameter Meteorologi Dengan Konsentrasi Partikel Pada Waktu Malam Hari Bekerja Di Ipoh.	266
6.27	Hasil Regresi Pertalian Parameter Meteorologi Dengan Konsentrasi Partikel Pada Waktu Siang Hari Tidak Bekerja Di Ipoh.	268



6.28	Hasil Regresi Peralian Parameter Meteorologi Dengan Konsentrasi Partikel Pada Waktu Malam Hari Tidak Bekerja Di Ipoh.	269
6.29	Hasil Regresi Peralian Simptom Batuk Dengan Punca Simptom Batuk Di Ipoh.	270
6.30	Hasil Regresi Peralian Simptom Bersin Dengan Punca Simptom Bersin Di Ipoh.	270
6.31	Hasil Regresi Peralian Simptom Selsema Dengan Punca Simptom Selsema Di Ipoh.	271
6.32	Hasil Regresi Peralian Simptom Sukar Bernafas Dengan Punca Simptom Sukar Bernafas Di Ipoh.	272
6.33	Variables Entered/Removed	274
6.34	Hasil Analisis Regresi Pelbagai Terhadap Variable Kriterion (PM10) Hari Bekerja.	274
6.35	Variables Entered/Removed	275
6.36	Hasil Analisis Regresi Pelbagai Terhadap Variabel Kriterion (PM2.5) Hari Bekerja	275
6.37	Variables Entered/Removed	276
6.38	Hasil Analisis Regresi Pelbagai Terhadap Variable Kriterion (PM10) Hari Tidak Bekerja	276
6.39	Variables Entered/Removed	277
6.40	Hasil Analisis Regresi Pelbagai Terhadap Variabel Kriterion (PM2.5) Hari Tidak Bekerja	278
6.41	Variables Entered/Removed	279
6.42	Hasil Analisis Regresi Pelbagai Terhadap Punca Simptom Penafasan	280
7.1	Purata Stesen Konsentrasi PM10 (a) dan PM2.5 (b) Tertinggi Hari Bekerja Di Ipoh, Perak.	283
7.2	Julat IPU	284





- | | | |
|-----|--|-----|
| 7.3 | Garis Panduan Kualiti Udara Ambien Malaysia Yang Disyorkan (pada suhu 25°C dan 101.13 kpa) Dalam Pengiraan IPU Dan Hasil Kajian Di Ipoh. | 285 |
| 7.4 | Rumusan Konsentrasi Partikel (PM) Panduan Kualiti Udara Ambien Kebangsaan (NAAQS) Dilaksanakan Oleh U.S. Enviroment Protection Agency (U.S.EPA) dan Dapatan Kajian | 286 |



SENARAI RAJAH

No. Rajah		Muka Surat
1.1	Jurang Kajian (Research gap).	11
1.2	Organisasi Penulisan	24
2.1	Darjah ketersampaian saiz partikel terampai ke dalam sistem penafasan.	50
2.2	Kerangka Konseptual	74
3.1	Kawasan kajian Bandaraya Ipoh.	78
3.2	Hutan dan Gunung yang Terdapat di kawasan Ipoh.	81
3.3	Kawasan Guna Tanah di Bandaraya Ipoh Tahun 2020	84
4.1	Fasa dan Peringkat Kajian	98
4.2	Lokasi Stesen Pencerapan Kawasan Utara Ipoh, Perak.	104
4.3	Lokasi Stesen Pencerapan Kawasan Selatan Ipoh, Perak.	105
4.4	Analisis Data	113
4.5	Fomula Kolerasi Spearman rho	124
4.6	Ujian Berbentuk 2 Hujung Dan Nilai Kritikal Dalam Analisis T Statisitik.	125
4.7	Analisis Data untuk Data Pencerapan dan Data Sekunder.	131
4.8	Analisis Data untuk Data Soal Selidik	132
5.1	Kosentrasi partikel terampai (PM_{10}) pada hari bekerja di sebelah siang.	140
5.2	Kosentrasi partikel terampai ($PM_{2.5}$) pada hari bekerja di sebelah siang.	141

5.3	Purata Konsentrasi PM10 dan PM2.5 Hari Bekerja di Ipoh, Perak.	142
5.4	Purata Kosentrasi PM10 dan PM2.5 Stesen Utara Hari Bekerja di Ipoh.	144
5.5	Purata Kosentrasi PM10 dan PM2.5 Stesen Selatan Hari Bekerja di Ipoh.	145
5.6	Kosentrasi partikel terampai (PM ₁₀) pada hari tidak bekerja di sebelah siang	149
5.7	Kosentrasi partikel terampai (PM _{2.5}) pada hari tidak bekerja di sebelah siang.	150
5.8	Purata Kosentrasi PM10 dan PM2.5 Stesen Utara Hari Tidak Bekerja di Ipoh.	151
5.9	Purata Kosentrasi PM10 dan PM2.5 Stesen Selatan Hari Tidak Bekerja di Ipoh.	152
5.10	Purata Konsentrasi PM10 dan PM2.5 Hari Tidak Bekerja di Ipoh, Perak.	153
5.11	Perbandingan Kosentrasi PM10 bagi Hari Bekerja dan Hari Tidak Bekerja	155
5.12	Perbandingan Kosentrasi PM2.5 bagi Hari Bekerja dan Hari Tidak Bekerja	156
5.13	Perbandingan Kosentrasi PM10 bagi Hari Bekerja dan Hari Tidak Bekerja, Cerapan Malam	162
5.14	Perbandingan Kosentrasi PM2.5 bagi Hari Bekerja dan Hari Tidak Bekerja, Cerapan Malam	163
5.15	Konsentrasi partikel terampai (PM ₁₀) pada hari bekerja di sebelah malam.	164
5.16	Konsentrasi partikel terampai (PM ₁₀) pada hari tidak bekerja di sebelah malam.	165
5.17	Konsentrasi partikel terampai (PM _{2.5}) pada hari bekerja di sebelah malam	166



5.18	Konsentrasi partikel terampai (PM _{2.5}) pada hari tidak bekerja di sebelah malam.	167
5.19	Purata Kosentrasi PM10 dan PM2.5 Dengan Suhu Pada Hari Bekerja di Ipoh, Perak.	174
5.20	Purata Kosentrasi PM10 dan PM2.5 Dengan Suhu Pada Hari Tidak Bekerja di Ipoh, Perak.	174
5.21	Purata Kosentrasi PM10 dan PM2.5 Dengan Kelembapan Pada Hari Bekerja di Ipoh, Perak.	175
5.22	Purata Kosentrasi PM10 dan PM2.5 Dengan Kelembapan Pada Hari Tidak Bekerja di Ipoh, Perak.	175
5.23	Purata Kosentrasi PM10 dan PM2.5 Dengan Kelajuan Angin Pada Hari Bekerja di Ipoh, Perak.	178
5.24	Purata Kosentrasi PM10 dan PM2.5 Dengan Kelajuan Angin Pada Hari Tidak Bekerja di Ipoh, Perak.	179
5.25	Purata Suhu Pada Hari Bekerja dan Hari Tidak Bekerja Sebelah Siang di Ipoh, Perak.	180
5.26	Purata Suhu Pada Hari Bekerja dan Hari Tidak Bekerja Sebelah Malam di Ipoh, Perak.	181
5.27	Purata Kelembapan Pada Hari Bekerja dan Hari Tidak Bekerja Sebelah Siang di Ipoh, Perak.	182
5.28	Purata Kelembapan Pada Hari Bekerja dan Hari Tidak Bekerja Sebelah Malam di Ipoh, Perak.	183
5.29	Purata Kelajuan Angin Pada Hari Bekerja dan Hari Tidak Bekerja Sebelah Siang di Ipoh, Perak.	184
5.30	Purata Kelajuan Angin Pada Hari Bekerja dan Hari Tidak Bekerja Sebelah Siang di Ipoh, Perak	185
5.31	Purata Kosentrasi PM10 Tahun 2009 Sehingga 2018 di Ipoh, Perak	194
5.32	Purata Suhu Tahunan, Nilai Maksimun dan Nilai Minimun Pada Tahun 1990 Hingga 2019.	197





5.33	Purata Suhu Bulanan, Nilai Maksimun dan Nilai Minimum Bagi Tempoh Tahun 1990 2019.	198
5.34	Purata Kelembapan Tahunan, Nilai Maksimun dan Nilai Minimum Pada Tahun 1990 Hingga 2019.	200
5.35	Purata Kelembapan Bulanan, Nilai Maksimun dan Nilai Minimum Pada Tahun 1990 Hingga 2019.	201
5.36	Purata Kelajuan Angin Tahunan, Nilai Maksimun dan Nilai Minimum Pada Tahun 1990 Hingga 2019.	203
5.37	Purata Kelajuan Angin Bulanan, Nilai Maksimun dan Nilai Minimum Pada Tahun 1990 Hingga 2019.	204
5.38	Golongan Yang Sering Mengalami Masalah Respiratori Dalam Keluarga.	216
6.1	Ujian Berbentuk 2 Hujung dan Nilai Kritikal Dalam Analisis T Statisitik.	250



SENARAI SINGKATAN

%	Peratus
Al(OH) ₃	Alumina
Al ₂ O ₃	Aluminium Oksida
AN	Ammonia Nitrogen
BOD	Pemintaan Oksigen Biokimia
Ca	Kalsium
CaCO ₃	Kalsium Karbonat
CaMg (CO ₃) ₂	Kalsium Magnesium Karbonat / <i>Dolomite</i>
CaO	Kalsium oksida
CO ₃	Karbonat
COD	Permintaan Oksigen Kimia
DO	Kandungan Oksigen Terlarut
EP	Epoksi
Fe ₂ O ₃	Ferum Oksida
JAS	Jabatan Alam Sekitar
K ₂ O	Kuprum Oksida
Mg	Magnesium
Mg (OH) ₂	Magnesium Hidroksida
MgCO ₃	Magnesium Karbonat
MgO	Magnesium Oksida
MCI	Malayan Ciment Industri
mm	milimeter
Na ₂ O	Natrium Oksida
NO _x	Nitrogen Monoksida
PP	Pepejal Terampai
PVC	Polivinil Klorida
PM ₁₀	Partikel Terampai 10 mikron
PM _{2.5}	Partikel Terampai 2.5 mikron

SEM	Mikroskop Pengimbas Elektron
Si	Silika
SiO ₂	Silika Dioksida
SO ₂	Sulfur Dioksida
TGA	Analisis Termogravimetrik
TiO ₂	Titanium Dioksida
TSP	Partikulat Terampai
WHO	Pertubuhan Kesihatan Sedunia
WQI	Water Quality Indeks
XRD	Pembelauan sinar-x
XRF	Pendarkilau sinar-x
µm	Mikrometer
µg	Mikrogram

SENARAI LAMPIRAN

- A Tinjauan Meta Analisis
- B Jadual Nilai Kritikal Bagi Pekali Kolerasi Spearman R
- B1 Jadual Nilai Kritikal Bagi Pekali Kolerasi Pearson R
- C Garis Panduan Kualiti Udara Ambien Malaysia Yang Disyorkan (pada suhu 25°C dan 101.13 kpa) Dalam Pengiraan IPU
- C1 Standard Kualiti Udara Ambient Malaysia Baru
- D Rumusan Konsentrasi Partikel (PM) Panduan Kualiti Udara Ambien Kebangsaan (NAAQS)
- E Model of Point Sources
- F Kajian Secara Meta-Analisis Bukti Sainstifik Tentang Partikel Terampai Mempengaruhi Masalah Kesihatan



BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Partikel terampai merupakan satu elemen pencemaran udara yang menjadi perbincangan penting di dalam menanganinya serta pengaruhnya kepada kesihatan (Ioannis Manisalidis et al., 2020). Kepekatan atau ketebalan partikel terampai PM_{10} yang tinggi bukan sahaja boleh memusnahkan malahan boleh meragut nyawa manusia. Kajian terhadap PM_{10} yang merangkumi $PM_{2.5}$ adalah penting bagi melihat paras kepekatan, jarak taburan partikel ampaian dan tahap kesihatan penduduk. Ketika berlakunya usaha mengejar kemajuan negara serta meningkatkan taraf hidup penduduk, kegiatan ekonomi dan projek-projek pembangunan sesebuah negara tidak dapat dielakkan manusia sering mengabaikan masalah-masalah alam sekitar yang timbul akibat pelaksanaan aktiviti ekonomi dan projek pembangunan. Kesan-kesan negatif akibat proses pembangunan dan pemodenan secara terburu-buru semakin mendesak ini mengakibatkan terbentuknya pencemaran. Berjuta tahun dahulu penemuan yang menjadi sejarah kepada umat manusia ialah api. Bermulanya penemuan tersebut manusia telah mula





menghasilkan pencemaran udara. Bagaimanapun sehingga abad ke-19, pencemaran udara bukan menjadi masalah utama kerana atmosfera mampu mencairkan (larutan/bahan/debu) dalam bentuk kerpasan dan tidak membahayakan alam sekitar serta benda hidup (Peter Brimblecombe, 2003). Kekerapan pencemaran udara yang dihasilkan dipermukaan bumi menyebabkan peningkatan dari tahun ke tahun. Pencemaran udara dengan pertumbuhan manusia telah memberikan kesan yang mendalam kepada masalah kesihatan. Peningkatan pencemaran udara telah menjadi satu faktor besar kepada kesihatan masyarakat dan isu alam sekitar bagi negara membangun dan negara maju (World Health Organisation, 2005). Para pegawai yang mengawal selia kadar pencemaran udara dan ahli-ahli sains berhempas pulas untuk memahami kesan pencemaran kepada manusia daripada kawasan rendah di bandar-bandar yang serba moden (Robert, F.P., 2003).



Berdasarkan data pencemaran udara dunia, lebih daripada 80% daripada masyarakat yang hidup di kawasan bandar memantau kadar pencemaran udara di kawasan mereka bagi melihat paras partikel yang diletakkan oleh Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) tidak melebihi paras yang ditetapkan. Walau bagaimanapun, populasi dalam bandar-bandar berpendapatan rendah paling menerima impak daripada pencemaran udara. Berdasarkan laporan pangkalan data kualiti udara kawasan bandar yang terbaru, 98% daripada bandaraya dalam negara berpendapatan sederhana dan rendah dengan lebih daripada 100 000 orang penduduk tidak memenuhi garis-garis panduan kualiti udara WHO. Bagaimanapun, bagi negara-negara berpendapatan tinggi, peratusan itu mengurang kepada 56%. Dalam tempoh dua tahun lepas, pangkalan data kini meliputi 3000 buah



bandar dalam 103 buah negara termasuk Malaysia, hampir dua kali ganda tahun sebelumnya, menyatakan bahawa pencemaran udara sangat berkait rapat dengan masalah kesihatan yang dialami sekarang ini disebabkan kemerosotan kualiti udara kawasan bandar khususnya partikel terampai dan gas, risiko strok, penyakit jantung, barah paru-paru, dan penyakit pernafasan kronik, termasuk asma, bertambah untuk penduduk yang tinggal disekitar bandar yang tercemar tersebut (WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database, 2016). Kajian tentang pencemaran partikel terampai dan kaitannya dengan masalah kesihatan khususnya pernafasan telah terbukti sejak dahulu lagi (Lampiran F).

Pencemaran PM₁₀ sering kali dikaitkan dengan pembuatan, pembangunan dan perindustrian. Sektor pembinaan di Malaysia berkembang maju sejak bermula awal tahun 1980an apabila ekonomi Malaysia mula menjurus kepada sektor perkhidmatan dan pembuatan. Perkembangan sektor perkhidmatan dan pembuatan ini telah meningkatkan kemajuan infrastruktur yang lebih baik dalam aktiviti perniagaan dan pengeluaran barangan. Dalam usaha mempelbagaikan kemajuan di Malaysia, sektor pembinaan turut mengalami perkembangan yang pesat misalnya pada tahun 2006, sektor pembinaan telah meningkat sebanyak 0.7% berikutan pelaksanaan sebahagian besar 880 projek baru dan meningkat kepada 5,644 projek pada tahun 2015 iaitu meningkat lebih 6 kali ganda dari tahun 2006 (CIDB, 2015). Di Malaysia, terdapat 14 buah negeri yang mempunyai industri yang pelbagai dimana berpotensi menyumbang kepada pencemaran udara. Industri utama dalam negara yang memberi kesan kepada kualiti udara ialah industri besi dan keluli,

industri logam bukan besi, bukan metalik(mineral), industri minyak dan gas, petrokimia industri, pulpa dan kertas, loji tenaga, dan pembakaran bahan buangan sektor. Berdasarkan Laporan Sintesis Pengurusan Kualiti Udara pada tahun 2006, daripada 14 buah negeri terdapat 5 buah negeri yang tinggi pencemaran udaranya daripada sumber industri iaitu Selangor, Johor, Sarawak, Perak dan Sabah. Keadaan ini menunjukkan industri merupakan salah satu penyumbang kepada masalah pencemaran udara (Awang, 2000).

Pembangunan dan peningkatan pertumbuhan pelbagai jenis industri di setiap negara menyumbang kepada peningkatan pencemaran udara dunia (Nelson, 1997; Robert, 2003). Bagi seorang dewasa yang sedang rehat, proses pernafasan menyedut udara memerlukan isipadu udara sebanyak 500 mililiter dalam setiap 4 saat. Di dalam situasi bersenam atau bergerak, seseorang itu memerlukan hampir 60 liter isipadu udara dalam setiap minit. Oleh itu, pernafasan seorang dewasa memerlukan 10,000 liter isipadu udara sehari, sekiranya berumur sehingga 75 tahun maka jumlah isipadu udara yang diperlukan adalah 250 juta liter dimana dapat memenuhi ruang sebuah stadium sukan. Bayi yang baru lahir memerlukan 0.9 liter isipadu udara dalam keadaan rehat ini kerana lebih kecil tubuh seseorang itu lebih banyak isipadu udara yang diperlukan berbanding orang yang bertubuh besar (Robert, 2003; Christina, 2009).

Secara saintifik, udara yang bersih tidak dapat dicari di alam ini kerana udara yang bersih memerlukan 76% gas nitrogen, 23% gas oksigen, 1% argon, 0.03% karbon

dioksida dan ditambah gas-gas lain dalam unit yang lebih kecil seperti helium dan neon. Seterusnya, udara perlu mengandungi wap sebanyak 25 gram per meter padu pada suhu bilik dengan kadar kelembapan iaitu 100%. Keadaan udara yang bersih akan dapat mengelak daripada masalah pencemaran udara dan masalah kesihatan. Di dalam keadaan yang sebenar, udara mempunyai partikel dan wap yang berpunca daripada alam semulajadi dan sumber antropogenik (aktiviti manusia). Pencemaran udara terutamanya partikel terampai (PM) yang mencemari udara yang bersih akan mengganggu keadaan semulajadi dan kesannya sangat dirasakan oleh hidupan terutamanya manusia (Robert, 2003; Marko, 2005).

Daripada ratusan pencemaran udara dalam troposfera terdapat sembilan kelompok bahan pencemar yang penting iaitu; karbon dioksida, oksida sulfur, oksida nitrogen, Sebatian Organik Mudah Meruap (*Volatile Organic Compounds*), Jirim zarah terampai (*Suspended particulate matter*), *Photochemical oxidant*, bahan radioaktif, panas yang dihasilkan oleh pembakaran minyak bumi, dan kebisingan (Miller, 1992; WHO, 2006). Udara merupakan faktor penting dalam kehidupan, namun dengan peningkatan terhadap pembangunan fizikal bandar dan pusat-pusat industri, kualiti udara semakin lama mengalami perubahan. Jika keadaan ini tidak diatasi dengan segera, perubahan tersebut boleh membahayakan kesihatan manusia, haiwan serta tumbuhan. Sukar untuk meniadakan bahawa tidak satu pun aktiviti industri yang tidak memiliki potensi mewujudkan impak negatif kepada alam sekitar. Dengan pesatnya proses perindustrian di kawasan-kawasan petempatan industri, akan terhasil unsur pencemar baru yang dibebaskan di udara sebagai hasil buangan industri.

1.2 Latar Belakang Kajian

Penggubalan pelbagai dasar dan undang-undang dalam perindustrian di Malaysia adalah lebih menjurus ke arah untuk meningkatkan sumbangan dan prestasi sektor perindustrian negara. Sektor perindustrian bagi sektor pembuatan akan menjadi tulang belakang ekonomi negara pada masa hadapan, kerajaan telah membuat pengubahsuaian segala dasar dan strategi serta berusaha memperluaskan asas perindustrian dalam sektor pembuatan. Malaysia telah melalui proses penekanan ketara dalam meningkatkan tahap industri negara sejak awal tahun 80an lagi. Pada Februari 1991, dasar baru diperkenalkan iaitu ‘Wawasan 2020’ sebagai matlamat jangka masa panjang untuk menjadikan negara Malaysia sebagai negara yang membangun dan mempunyai nilai kualiti tinggi. Pendekatan ini telah mewujudkan masyarakat makmur yang mempunyai ekonomi bersaing, dinamik, giat dan kental. Seiring dengan dasar tersebut, melalui agenda sektor perindustrian sudah pasti aspirasi negara maju menjelang 2020 akan dapat direalisasikan dan peranan sektor perindustian membawa banyak kebaikan sama ada kepada rakyat mahupun negara.

Walau bagaimanapun, kepentingan industri tidak dapat dinafikan tetapi kesan yang dihasilkan daripada proses berkenaan didapati telah semakin meningkat dari tahun ke tahun. Kesan yang dikeluarkan oleh industri pembuatan dan lalu lintas mengeluarkan habuk dan debu yang bukan sahaja mencemarkan persekitaran fizikal, malahan mengancam kesihatan dan aktiviti manusia. Keadaan persekitaran fizikal dan manusia

yang tidak stabil memberi permasalahan kepada kawasan yang terlibat untuk melalui proses normal seperti mana tempat yang tidak tercemar. Kajian mengenai pencemaran udara di Malaysia yang menjurus kepada partikel ampaian masih berada di peringkat awal di mana sebahagian besarnya terhad di kawasan bandar-bandar utama seperti Klang, Shah Alam, Kuala Lumpur dan Petaling Jaya, kurang dilaksanakan di kawasan bandar yang lain seperti di Ipoh, Perak.

Keadaan yang berlarutan ini ditambah lagi dengan urbanisasi yang pesat terutamanya melalui perubahan fungsi guna tanah di kawasan bandar, menyebabkan masalah pencemaran udara semakin ketara dan mendesak (Sham, 1982; Fatma, 2012). Berdasarkan Laporan Sintesis Pengurusan Kualiti Udara pada tahun 2006, Perak merupakan negeri keempat menjadi penyumbang kepada pencemaran udara melalui kegiatan perindustrian. Terdapat pelbagai jenis industri di sekitar Ipoh yang memberi kesan kepada keadaan kualiti udara seperti industri besi dan keluli, industri simen, industri bahan konkrit dan industri kayu. Pemantauan kualiti udara dan pengelolaan pencemaran udara diperlukan dalam mengkaji sumber utama pencemaran udara di kawasan ini. Pencemaran udara pada sesuatu kawasan ditentukan berdasarkan pertimbangan faktor-faktor seperti sumber emisi, pengaruh dan impak, keadaan sosial, ekonomi, dan melakukan pengukuran lapangan sesuai dengan keadaan. Kajian ini merupakan satu langkah awal untuk mengetahui pola dan taburan partikel ampaian terhadap pencemaran udara dan kesan kepada simptom masalah pernafasan di Ipoh, ini memandangkan Ipoh merupakan salah satu kawasan dalam negeri Perak yang merupakan kawasan yang paling padat penduduk.

1.3 Permasalahan Kajian

Pencemaran partikel terampai di Malaysia banyak dipengaruhi oleh proses urbanisasi, terutamanya di bandar-bandar utama. Bandar Kuala Lumpur, Petaling Jaya, Ipoh, Johor Baharu dan Seberang Perai merupakan pusat-pusat penting bagi pembangunan industri. Pertumbuhan perusahaan kilang dan bahagian perkhidmatan di bandar-bandar ini menyumbangkan lebih banyak lagi peluang-peluang pekerjaan. Walau bagaimanapun, pertumbuhan populasi di bandar utama dan bandar di sekitarnya memerlukan kawasan perumahan dan penginapan yang mencukupi. Sehubungan dengan itu, penggunaan kenderaan bermotor, pembinaan industri serta pelbagai kemudahan tumbuh bagaikan cendawan. Kesemua keperluan ini amat bermakna untuk kemajuan tetapi memberikan

Peningkatan pembinaan industri yang pelbagai bukan sahaja memberi kepentingan kepada negara, industri-industri ini juga mendatangkan kesan sampingan kepada aspek geografi fizikal dan manusia. Kerajaan dan pihak berkuasa mungkin terlepas pandang atau hanya memandang kebaikan mengenai pelbagai projek yang diluluskan untuk pembangunan ruang di sesuatu kawasan. Permasalahan timbul apabila kedudukan jalan raya dan industri menunjukkan kedudukan jarak dekat dengan kawasan perkampungan, perumahan dan kompleks-kompleks membeli belah di kawasan bandar. Maka kos bagi pemindahan atau lain-lain kos boleh mendatangkan kerugian kepada pihak-pihak tertentu. Menurut Akta Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan Malaysia (1994) bangunan untuk operasi sesebuah kilang/industri perlu ditempatkan

dalam lingkungan 3 kilometer dari kawasan kediaman, perniagaan atau perindustrian yang sedia wujud atau mana-mana kawasan yang berkenaan telah diberikan lesen, permit atau kelulusan bagi tujuan pemajuan kediaman, perniagaan atau perindustrian.

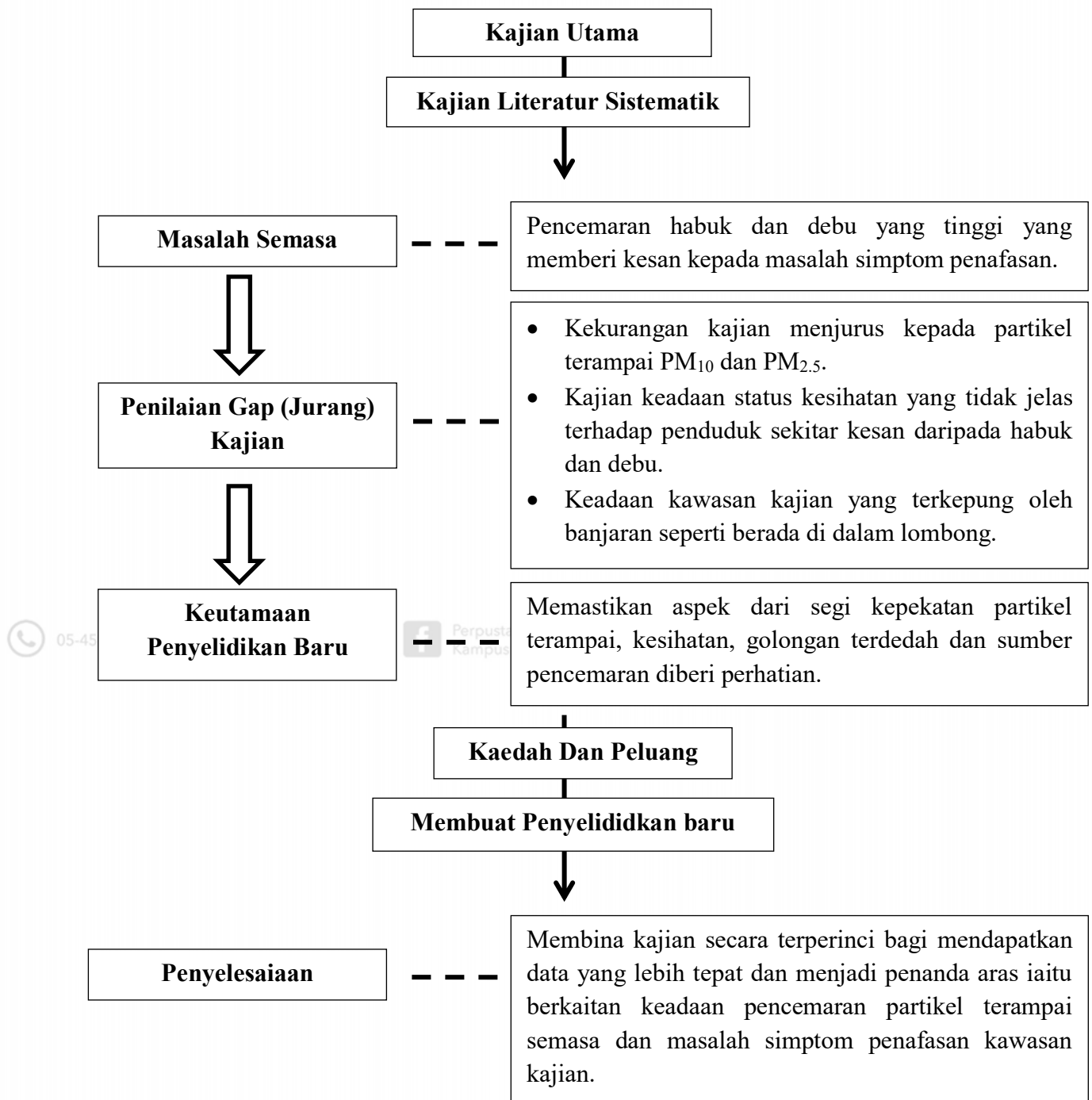
Ini menyebabkan kawasan petempatan penduduk dan peniaga akan menerima kesan secara terus dari industri. Partikel terampai hasil dari sumber berkenaan yang berterbangan bukan sahaja mengganggu aktiviti manusia malah mendatangkan kesan yang buruk terhadap kesihatan. Keadaan kualiti udara menjadi satu masalah yang serius disebabkan kawasan yang berdekatan dengan kawasan industri dan jalan raya mengalami keadaan berhabuk pada jangka masa yang panjang. Masalah timbul apabila banyak aduan-aduan berkaitan pencemaran udara dan masalah kesihatan di Kawasan Ipoh. Pada tahun 2015 dan 2018 mempunyai aduan-aduan berkaitan pencemaran dan masalah kesihatan (Jadual 1.1).

Sejauh manakah jarak konsentrasi partikel yang berlaku di kawasan tersebut setelah pencemaran itu berlaku dalam masa yang panjang. Debu dan habuk berterbangan dipengaruhi oleh kelajuan angin yang membawa partikel terampai mengikut arah pergerakan angin. Ini amat membahayakan kesihatan hidupan sekitar terutama sekali sistem penafasan. Di samping suhu yang kian meningkat, kadar kelembapan semakin berkurangan kerana pokok-pokok ditebang dan bangunan dibina bagi memajukan kawasan tersebut. Antara kesan daripada pencemaran partikel terampai di kawasan Ipoh dapat dilihat dalam Jadual 1.1.

Jadual 1.1

Isu semasa berkaitan masalah pencemaran partikel terampai di Ipoh yang memberi kesan kepada sistem pernafasan.

Tarikh	Masalah / Aduan	Kawasan	Bacaan ($\mu\text{m/g}$)	Sumber
16.05.2008	Orang Ipoh dalam bahaya?	Ipoh	-	Ipohmalay.blogspot.com
13.09.2015	Lima stesen di Perak Rekod Bacaan Sederhana	Jalan Tasek, Jalan Pagoh	66 61	https://peraktoday.com.my
14.09.2015	Peningkatan ketara pesakit berkaitan jerebu di Perak	Ipoh	-	https://www.bharian.com.my
22.10.2015	Jerebu: Sekolah di Perak, Pulau Pinang dan Perlis diarah tutup	Perak	Sangat tidak sihat	www.astroawani.com//berita-malaysia
22.10.2015	Enam kawasan di utara catat IPU sangat tidak sihat	Jalan Tasek, Ipoh	158	www.astroawani.com//berita-malaysia
22.03.2016	Kilang simen menyebabkan pencemaran udara.	Batu Gajah	-	Muinsapidin.wixsite.com//suaraperak
22.03.2017	MAIPk membantu Pesakit pernafasan Kronik	Ipoh	-	www.maiamp.gov.my
08.11.2017	Pencemaran Udara Akibat Pelepasan Habuk simen oleh Kilang Simen Tasek, Ipoh. (Di baca di parlimen oleh YB. Taun Su Keong Siong)	Ipoh Timur	-	www.parlimen.gov.my
16.08.2018	Perak antara kawasan dilanda jerebu sederhana	Ipoh	-	
16.08.2018	Jerebu landa Utara semenanjung, Sarawak	Jalan Tasek, Jalan Pagoh	74 84	https://www.bharian.com.my
09.09.2018	Sukan: Jangkitan pernafasan, jadual futsal sabah Ditangguh Selasa	Ipoh	-	www.utusan.com.my
18.01.2019	IPU tidak sihat di beberapa kawasan sekitar Malaysia.	Ipoh	128	https://www.bharian.com.my



Rajah 1.1. Jurang Kajian (Research gap). Sumber: Diubahsuai daripada Tim Carey, 2012; Dissanayake, 2013 & Rayees F., 2018.

Jadual 1.1 menunjukkan bahawa aduan kesan partikel terampai di udara yang tidak sihat boleh membahayakan kesihatan masyarakat sekitar. Maka masalah simptom pernafasan akan semakin meningkat dan membahayakan kesihatan setiap kumpulan umur. Jika pengurusan terhadap partikel terampai tidak dilakukan atau diuruskan dengan baik, keadaan ini akan mendatangkan pencemaran di kawasan sekitarnya terutamanya pencemaran udara dan air serta masalah kesihatan yang lebih kronik. Satu rangka penyelidikan berdasarkan penilaian jurang dikaji bagi mendapatkan kajian yang tepat (Rajah 1.1). Rasionalnya, kajian ini dijalankan bagi melihat konsentrasi PM_{10} dan $PM_{2.5}$ di kawasan kajian, menilai sejauh mana konsentrasi PM_{10} di udara bergerak serta melihat parameter cuaca dan perkaitannya dengan konsentrasi. Hal ini penting bagi melihat sama ada mempunyai hubung kait dengan masalah simptom pernafasan sekitar.

1.4 Persoalan Kajian

- i. Apakah jenis sumber yang menyumbang kepada pencemaran PM_{10} dan $PM_{2.5}$?
- ii. Apakah nilai konsentrasi partikel terampai (PM_{10} dan $PM_{2.5}$)?
- iii. Apakah pola ampaian (PM_{10} dan $PM_{2.5}$) dan hubungannya dengan parameter meteorologi?
- iv. Apakah keadaan kesihatan penduduk di Ipoh dan kaitannya dengan masalah simptom pernafasan kesan dari partikel terampai (PM_{10} dan $PM_{2.5}$)?

1.5 Objektif Kajian

- i. Mengenal pasti sumber yang menyumbang kepada pencemaran PM_{10}
- ii. Mengukur nilai kosentrasi PM_{10} secara mendatar
- iii. Mengukur hubungan antara pola ampaian (partikel terampai) dengan parameter meteorologi (suhu, kelembapan, kelajuan angin)
- iv. Menilai faktor yang mempengaruhi simptom masalah pernafasan kesan daripada pencemaran PM_{10}
- v. Menilai simptom masalah pernafasan yang paling dominan akibat daripada pencemaran PM_{10}

1.6 Hipotesis Kajian

Hipotesis adalah satu kenyataan yang bersifat syak awalan berhubung antara suatu pembolehubah dengan pembolehubah yang lain. Untuk tujuan analisis statistik inferensi, hipotesis-hipotesis dinyatakan dalam bentuk nul (H_{01}) dan alternative (H_{a1}) pada paras keertian 0.05 (Rosinah E., 2012). Terdapat 12 hipotesis umum digunakan untuk diuji di dalam kajian ini. Hipotesis-hipotesis nul tersebut adalah seperti berikut:

Hubungan antara parameter meteorologi dengan konsentrasi partikel terampai

H₀₁: Tidak terdapat hubungan antara suhu dengan peningkatan konsentrasi PM₁₀.

H₀₂: Tidak terdapat hubungan antara suhu dengan peningkatan konsentrasi PM_{2.5}.

H₀₃: Tidak terdapat hubungan antara kelembapan dengan konsentrasi PM₁₀.

H₀₄: Tidak terdapat hubungan antara kelembapan dengan konsentrasi PM_{2.5}.

H₀₅: Tidak terdapat hubungan antara kelajuan angin dengan konsentrasi PM₁₀.

H₀₆: Tidak terdapat hubungan antara kelajuan angin dengan konsentrasi PM_{2.5}.

Hubungan antara simptom penyakit pernafasan dengan konsentrasi partikel terampai

H₀₇: Tidak terdapat hubungan antara simptom batuk dengan konsentrasi partikel terampai.

H₀₈: Tidak terdapat hubungan antara simptom bersin dengan konsentrasi partikel terampai.

H₀₉: Tidak terdapat hubungan antara simptom selesema dengan konsentrasi partikel terampai.

H₀₁₀: Tidak terdapat hubungan antara simptom kesukaran bernafas dengan konsentrasi partikel terampai.

1.7 Skop Kajian

Skop kajian merupakan satu bahagian penting bagi menentukan kajian yang dijalankan menepati matlamat dan objektif kajian yang telah ditetapkan sebelum menyediakan sesuatu kerangka penulisan ilmiah. Skop kajian ini melibatkan aspek pemilihan kawasan, parameter cuaca, partikel terampai, jenis data, pengumpulan data, pencerapan data di lapangan dan soal selidik.

Pemilihan kawasan kajian ini juga berdasarkan kepada permasalahan kawasan kajian, kepesatan pembangunan, pemandaran, perindustrian, dan pengangkutan yang kian meningkat. Aspek parameter cuaca diberi pemerhatian meliputi partikel terampai PM_{10} dan $PM_{2.5}$, suhu, kelembapan dan kelajuan angin. Data ini diambil dari rekod cuaca dan iklim bagi kawasan Ipoh menggunakan data daripada Jabatan Meteorologi Malaysia, Jabatan Alam Sekitar serta pencerapan di lapangan.

Skop kajian melalui pengumpulan data secara soal selidik dilakukan secara kajian lapangan bagi mendapatkan data berkaitan sejarah dan status kesihatan penduduk sekitar kawasan Ipoh. Soal selidik yang dilakukan merupakan penduduk dari kawasan tersebut dan bukannya datang daripada kawasan luar Ipoh. Tahap kualiti udara dan permasalahan yang dialami di kawasan kajian semakin serius. Oleh itu, soal selidik yang dilakukan akan menekankan kepada permasalahan kesihatan yang dialami sepanjang tinggal di kawasan tersebut.

Batasan kajian tertumpu kepada kawasan sumber pencemaran yang dipilih dan kawasan petempatan dalam lingkungan persekitaran kawasan Ipoh. Berdasarkan pemerhatian dan kajian terdapat beberapa kawasan petempatan seperti kampung, taman perumahan, kawasan industri berkelompok berhampiran dengan kawasan kajian. Bagi tujuan itu, setiap pencerapan akan diambil dengan mengambil kira empat elemen yang dinyatakan bagi mengenal pasti pola dan kadar pencemaran secara mendatar. Setiap kali pencerapan dilakukan keadaan cuaca akan diutamakan. Cuaca mesti cerah dan tidak mendung. Sekiranya semasa pencerapan berlaku keadaan hujan atau terbentuknya awan gelap, pencerapan tidak akan dilakukan. Setiap stesen yang diambil mestilah di kawasan yang lapang tidak mempunyai gangguan daripada pokok dan bangunan. Sehubungan dengan itu, beberapa pendekatan kajian yang sesuai telah digunakan dalam proses pengumpulan data dan maklumat kajian seperti pemilihan kawasan kajian, keperluan data, kaedah pengumpulan data, kaedah analisis data, keperluan peralatan dan tatacara pelaksanaan kajian.

1.8 Kepentingan Kajian

Pencemaran partikel terampai (PM_{10}) perlu di kaji kerana kesan dan implikasinya adalah berbahaya. Kemerosotan kualiti udara adalah begitu ketara di kawasan bandar metropolitan yang mengalami proses perbandaran dan perindustrian yang pesat. Sebelum tahun 1970-an, beberapa pengkaji berpendapat bahawa masalah pencemaran udara di negara Malaysia adalah tidak penting kerana menerima jumlah hujan yang rata-rata

melebihi 2200 mm setahun dan ini dikatakan cukup untuk membersihkan udara yang tercemar (Sham & Jamaluddin, 1990). Namun, kini ramai pengkaji menyatakan pencemaran udara di Malaysia dan negara tropika yang lain adalah semakin serius. Peratus peningkatan indeks pencemaran setiap tahun menjelaskan kualiti udara di Malaysia semakin meningkat (Oliver, et.al 2011).

Berbalik kepada tajuk kajian, kebanyakan kajian yang dilakukan sebelum ini lebih banyak membincangkan mengenai penghasilan ciri-ciri partikel terampai, sumber partikel terampai, alat untuk mengukur partikel terampai, kesan partikel terampai kepada meteorologi dan model-model untuk pengiraan yang lebih tepat berkaitan partikel terampai. Tidak banyak kajian di dalam Malaysia yang menyentuh perkaitan partikel terampai dengan simptom masalah pernafasan. Ditambah lagi, kurangnya kajian yang berkaitan dengan masalah simptom pernafasan yang berpunca daripada pencemaran partikel di sekitar Ipoh, Perak.

Kajian mengenai kesan pencemaran partikel terampai kepada simptom masalah pernafasan belum lagi pernah dijalankan di Ipoh walaupun terdapat juga kajian yang menyentuh tentang PM_{10} di sekitar bandar Ipoh tetapi tidak menyeluruh. Kajian ini dilihat penting kerana Ipoh merupakan bandar yang pesat membangun dan belum lagi dibuat kajian dalam aspek kesihatan. Tajuk kajian tentang pencemaran udara (PM_{10}) bukanlah tajuk yang baru tetapi apa yang membezakan dengan kajian lepas ialah

perbezaan lokasi dan subjek kajian. Kajian sebelum ini lebih umum dan kajian dijalankan hanya di kawasan bandar dan kawasan trafik yang menjurus kepada semua parameter. Ini kerana industri dan jalan raya kebanyakan melepaskan bahan asing atau kimia ke udara seperti Nitrogen Oksida (NO_x), Sulfur Oksida (SO_2), partikel-partikel terampai (PM), Karbon Dioksida (CO_2) dan gas rumah hijau (GHG) daripada operasi yang berjalan (Stern, 1976; Babatunde, et.al 2013). Kajian kali ini lebih berfokus kepada partikel terampai dan simptom masalah pernafasan di kawasan bandar Ipoh.

Oleh itu, kajian ini penting dijalankan bagi melihat tahap pencemaran partikel terampai yang mana beberapa stesen cerapan telah dipilih sebagai sampel dan kesannya kepada simptom masalah penafasan. Faktor-faktor meteorologi seperti suhu, kelajuan angin dan kelembapan juga diambil bagi melihat pengaruhnya terhadap konsentrasi partikel bagi setiap masa yang ditetapkan. Di samping itu, ia penting bagi membuat perbandingan dengan kualiti udara mengikut Piawai Kualiti Udara Ambien Kebangsaan (NAAQS). Justeru itu, kajian ini penting untuk mengemukakan pandangan dan kaedah pengawalan yang terbaik supaya masalah pencemaran udara yang berlaku dapat dibendung dan diatasi di Ipoh.

1.9 Organisasi Penulisan Tesis

Pengorganisasian adalah penting bagi menyusun atur perjalanan sesuatu kajian. Organisasi penulisan menjadi panduan kepada pengkaji bagi mencapai objektif kajian di samping menyiapkan keseluruhan laporan kajian. Organisasi penulisan laporan ini merupakan rumusan berhubung langkah-langkah dan tindakan yang dilakukan oleh pengkaji sebagai memberi gambaran yang jelas terhadap struktur penyelidikan yang disusun atur oleh pengkaji (Ahmad, 2005). Bagi kajian ini, secara amnya metodologi yang akan dilaksanakan dalam menghasilkan kajian ini terbahagi kepada tujuh bab iaitu:

- i. Bab 1 : Pengenalan/Pendahuluan.
- ii. Bab 2 : Ulasan Literatur.
- iii. Bab 3 : Kawasan Kajian.
- iv. Bab 4 : Metodologi Kajian.
- v. Bab 5 : Hasil kajian
- vi. Bab 6 : Analisis hasil Kajian.
- vii. Bab 7 : Perbincangan Dan Kesimpulan

1.9.1 Bab 1: Pengenalan/Pendahuluan

Pada peringkat ini, kajian berfokus kepada permasalahan yang ditimbulkan, objektif kajian, kawasan kajian, kepentingan kajian, skop dan definisi. Dalam bab ini juga, kajian akan mengupas isu permasalahan melalui pelbagai sorotan literatur atau kajian secara

teori oleh kajian-kajian luar dan maklumat media serta maklumat ilmiah bagi mendapatkan gambaran secara menyeluruh berhubung dengan isu dan permasalahan yang akan diselesaikan.

1.9.2 Bab 2: Ulasan Literatur

Ulasan literatur yang berkaitan dengan kajian amat dilakukan bagi memberi secara menyeluruh mengenai aspek-aspek yang berkaitan dengan kajian ini seperti mana yang ditunjukkan dalam Kerangka Konseptual Khusus kajian. Kefahaman dan kekukuhan sumber maklumat kajian ini adalah bergantung kepada rujukan maklumat yang diperoleh melalui ulasan literatur ini. Pada peringkat ini, kupasan maklumat dilakukan melalui pelbagai sumber elektronik atau bercetak seperti artikel, kajian ilmiah dari luar dan dalam negara, laporan rasmi kerajaan atau badan bukan kerajaan, terbitan daripada internet, surat khabar, majalah dan sebagainya. Antara aspek yang diberi perhatian adalah seperti variabel yang telah ditetapkan dalam objektif kajian iaitu konsentrasi partikel, jenis masalah simptom penyakit pernafasan dan kajian dalam bidang kesihatan. Dalam bab ini juga, kerangka konseptual menjadi panduan bagi mendapatkan maklumat terbaik berhubung dengan kajian ini.

1.9.3 Bab 3: Kawasan Kajian

Peringkat ini membincangkan tentang lokasi kajian. Lokasi kajian akan dibincangkan dengan lebih terperinci dan menyentuh aspek fizikal dan manusia. Penerangan akan diberikan kepada ciri fizikal seperti bentuk muka bumi, saliran, iklim, dan cuaca. Bagi ciri manusia adalah sistem jalan raya, jumlah penduduk dan guna tanah.

1.9.4 Bab 4: Metodologi Kajian

Peringkat keempat dalam organisasi kajian ialah Metodologi Kajian. Bab ini menjelaskan bagaimana kajian dilaksanakan, cara dan kaedah sumber atau data diperolehi, analisis data dan sampel kajian. Lokasi pencerapan ditentukan dan kawasan soal selidik diberi penekanan. Berpandukan kepada objektif kajian, sesi pencerapan telah dijalankan di kawasan sekitar bandar Ipoh, Perak.

Peringkat ini amat penting dan memerlukan pelaksanaan yang rapi kerana maklumat yang diperolehi pada peringkat ini digunakan sebagai analisis bagi mendapatkan hasil kajian atau dapatan kajian di peringkat selanjutnya. Bagi tujuan tersebut, kaedah pencerapan mestilah relevan dan mempunyai kesahan yang tinggi bagi menghasilkan dapatan terbaik dalam kajian ini.

1.9.5 Bab 5: Hasil Kajian

Dalam bab ini, hasil kajian atau data mentah dimasukkan bagi melihat pola pencemaran dan perkaitan dengan masalah kesihatan. Dapatan awal ini akan ditunjukkan dalam bentuk yang sesuai dengan kajian supaya objektif kajian tercapai. Data dipersembahkan dalam bentuk jadual, rajah dan graf. Nilai purata, maksimum, minimum dan sisipan piawai dipersembahkan bagi melihat konsentrasi hari bekerja, hari tidak bekerja dan data cerapan malam.

1.9.6 Bab 6: Analisis Hasil kajian

Pada peringkat ini, analisis data dan maklumat dijalankan. Data dan maklumat yang diperolehi adalah hasil daripada kajian lapangan dan rujukan data sekunder dihubungkan. Memandangkan kaedah pengumpulan data kajian yang digunakan dalam kajian ini adalah kaedah pencerapan dan soal selidik maka analisis data yang dibuat juga bergantung sepenuhnya kepada data yang diperolehi semasa pencerapan dan soal selidik di setiap stesen yang dijalankan di lapangan. Data ini akan dianalisis dari segi perhubungan langsung atau tidak dan kebolehpercayaannya yang tinggi.

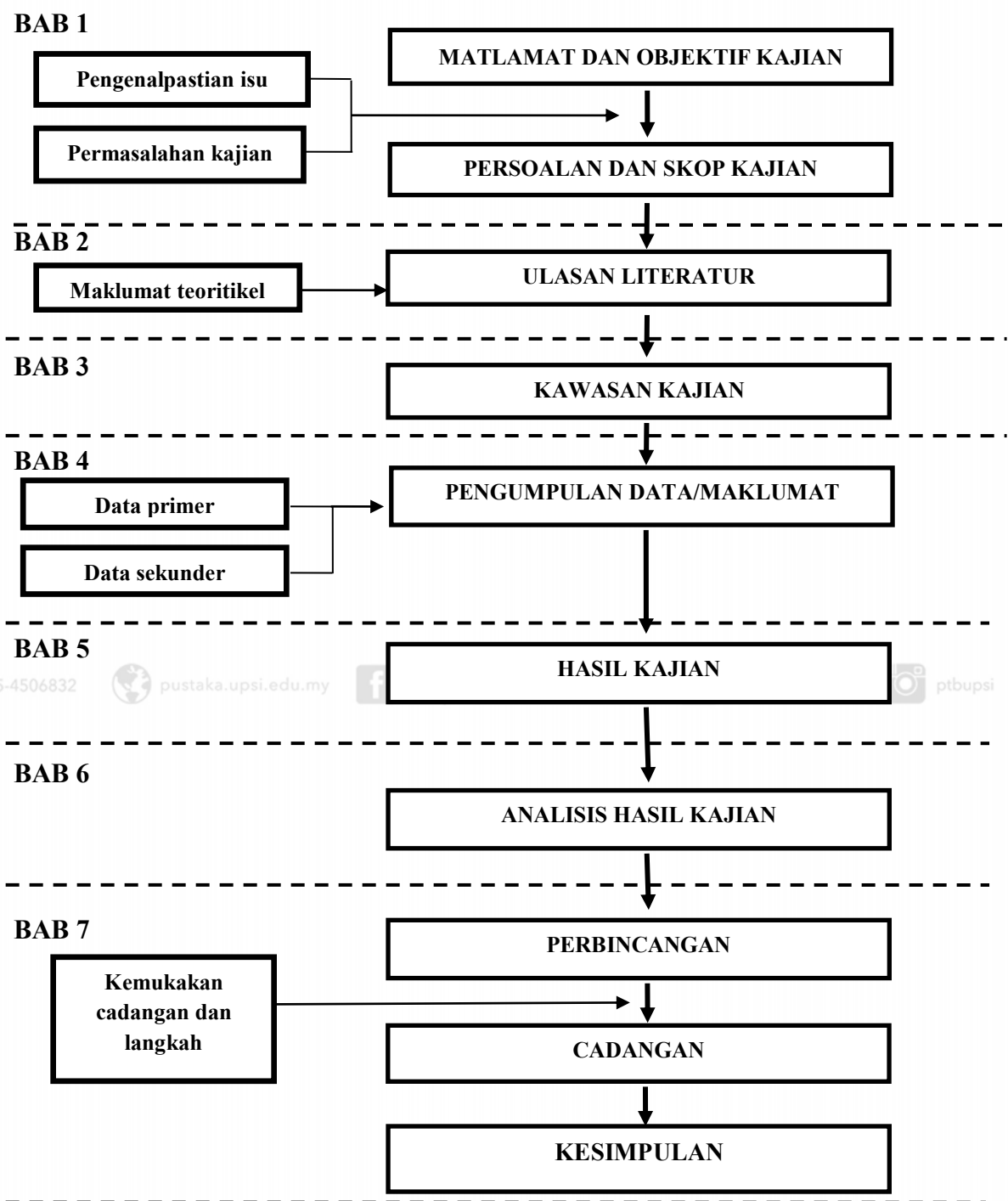
Lanjutan daripada itu, hasil analisis akan menunjukkan perkaitan langsung atau tidak berhubung kesan yang berlaku akibat partikel terampai terhadap masalah pernafasan. Analisis ini juga akan mengandungi rumusan penemuan kajian yang

menentukan beberapa strategi bagi tindakan, langkah-langkah serta pertimbangan untuk mengawal permasalahan kajian ini.

1.9.7 Bab 7: Perbincangan

Peringkat ini merupakan peringkat terakhir dalam kajian. Perbincangan merujuk kepada hipotesis, hasil kajian lain dan dikaitkan bersama. Kajian akan mengemukakan cadangan atau langkah tertentu bagi masalah kesihatan yang berlaku di kawasan kajian. Bahagian ini juga akan membincangkan apakah cara terbaik kepada penduduk mengatasi masalah ini untuk mengelak daripada berlaku gangguan kesihatan dan aktiviti harian penduduk.

Cadangan-cadangan atau langkah-langkah tersebut ditentukan berdasarkan penemuan daripada hasil analisis kajian yang dijalankan pada peringkat ke enam kajian. Cadangan serta langkah-langkah penyelesaian masalah daripada pihak industri dan pihak berkuasa tempatan yang sedia ada tetapi kurang dipraktikkan akan diperbaharui dan diutarakan dalam bab ini. Secara keseluruhannya, organisasi penulisan ditunjukkan dalam Rajah 1.2. Peringkat seterusnya ialah kesimpulan. Pada peringkat ini, dirumuskan keseluruhan kajian sama ada kajian ini mendapat ilmu baru serta mencetuskan sesuatu yang penting.



Rajah 1.3. Organisasi Penulisan

1.10 Definisi Konseptual Dan Operasional

1.10.1 Pencemaran

Definisi Konseptual

Mengikut kamus Dewan Bahasa dan Pustaka (1993) pencemaran (*pollution*) merupakan kehadiran atau penambahan sesuatu bahan semula jadi atau bukan semula jadi ke dalam sekitaran, sehingga merosakkan sebahagian atau keseluruhan ekosistem. Pencemaran udara merupakan satu keadaan yang melibatkan kehadiran sebarang gas atau zarah-zarah toksik atau radioaktif dalam atmosfera sama ada terhasil daripada kegiatan manusia atau proses semula jadi (Zaini Ujang, 1997; Abdul, 2015). Biasanya pencemaran udara dikaitkan dengan pelepasan asap atau bahan-bahan dari ekzos kereta, kilang, loji penunuan serta pembakaran api fosil secara domestik (Shradha, 2008).

Definisi Operasional

Pencemaran dalam kajian ini lebih kepada habuk, debu, asap dan bahan zarah-zarah yang berada dalam udara sekitar kawasan kajian. Bahan pencemaran ini berpunca dari industri, kilang dan guna tanah yang berlaku di Ipoh, Perak. Pencemaran udara ini diklasifikasikan dalam bentuk saiz menggunakan alat cerapan (mikron per meter).

1.10.2 Partikel Terampai (PM₁₀ dan PM_{2.5})

Definisi Konseptual

Menurut Zailina et al. (1996) partikel terampai (PM₁₀) merangkumi PM_{2.5} adalah partikel yang berukuran kurang daripada 10µ/m yang boleh disedut masuk ke dalam paru-paru. Bahan zarah terdiri daripada jumlah zarah terampai (Total Suspended Particulate, TSP) termasuk sebarang zarah pepejal dan cecair dengan garis pusat 0.03 hingga 100 mikron. Ini termasuklah zarah berbentuk habuk, jelaga, debu, debunga dan pelbagai bahan kimia serta logam seperti arsenik, kadmium dan plumbum (Pb). (Katiman Rostam, 2006; Rana, 2007; Morton L., 2012; Abdul, 2015). Partikel terampai dapat dikelaskan kepada dua iaitu primer dan sekunder. Primer partikel diambil terus dari habuk debu berterbangan manakala partikel sekunder dikesan dalam bentuk gas dalam atmosfera melalui penukaran gas kepada partikel. (Marko, 2005; Morton L., 2012; Srikanth, 2015). Penggunaan istilah partikel terampai juga boleh dilihat dalam kajian-kajian lepas dalam Jadual 1.2.

Definisi Operasional

Dalam kajian ini, Partikel Terampai (PM₁₀ dan PM_{2.5}) adalah merujuk kepada partikel zarah terampai dalam kajian ini. Partikel terampai kawasan kajian lebih kepada habuk, debu serta asap hasil daripada kilang dan industri, kegiatan pemecahan batuan begitu juga dengan perubahan guna tanah sekitar yang menyumbang kepada pencemaran partikel terampai.

Jadual 1.2

Pengunaan istilah 'Partikel Terampai' dalam kajian-kajian lepas.

Penulis	Istilah digunakan	Tajuk Kajian	Jabatan/Universiti Terlibat
Zailina Hashim, Juliana Jalaludin, Azman Zainal Abidin dan Azizi Haji Omar (1996).	Partikel terampai	Hubungan Pencemaran Partikel Terampai (PM10) dengan Pesakit Asma	- Jabatan Pemakanan dan Kesihatan Komuniti, UPM. - Jabatan Sains Alam Sekitar, UPM. - Jabatan Pediatrik, UKM.
Shamsul Bahari Shamsudin (2002)	Partikel ternafas, bahan terampai	Kepekatan partikel ternafas (PM10) dan plumbum ternafas dalam udara ambien di kawasan bandar dan luar bandar	Unit Kesihatan Persekitaran dan Pekerjaan, Fakulti Perubatan dan Sains Kesihatan, UPM
Mohd Rashid Mohd Yusof, Sabariah Baharum, Fadilah Yusof (1986)	Zarah boleh sedut, partikel di udara, zarah terampai	Analisis Statistitik PM10 dan TSP di Udara Bandaraya Kuala Lumpur.	Jabatan Kejuruteraan Kimia, Jabatan Matematik, UTM.
Nurul Nabila Anis Mat Seman & Maizatun Mustafa (2019)	Partikel-partiell kecil, zarah terampai, zarah jerebu	Jerebu Rentas Sempadan: Isu dan Cabaran Undang-Undang di Malaysia dalam Mengekalkan Kualiti Udara Yang Baik	Kulliyyah of Laws, International Islamic University Malaysia.
Siti Haslina Mohd Shafie & Mastura Mahmud (2015)	Partikel zarah terampai	Pencemaran habuk di Lembah Klang melalui analisis statistik boxplot	Pusat Pengajian Sosial, Pembangunan dan Persekitaran, UKM
Jen Nie Lee & Che Abd Rahim Mohamed (2011)	Partikel terampai	Akumulasi Partikel Terampai di Beberapa Kawasan Terumbu Karang di Semenanjung Malaysia.	Marine Ecosystem Research Centre, Universiti Kebangsaan Malaysia.
Mohamed Elnour Yassen & Jamaluddin Md. Jahi (2007)	Sumber utama partikel	Investigation of Variations and Trends in TSP Concentrations in The Klang Valley Region, Malaysia.	Environmental Management Programme, Centre for Graduate Studies, UKM.
Marziana Mohamed Alias (2015)	Partikel halus terampai	Hadapi Jerebu Dengan Tenang, Elak Panik	Laman Web Rasmi, APEK, USM.
Ahli Jawatan Kuasa Teknikel dan Penilaian Garis Panduan (2020).	kehadiran partikel-partikel atau zarah-zarah halus yang terampai	Pelan Tindakan Pengurusan Kesihatan Akibat Jerebu Kementerian Kesihatan Malaysia 2020	Kementerian Kesihatan Malaysia.

1.10.3 Parameter meteorologi

Definisi Konseptual

Meteorologi bermaksud mengkaji sifat atmosfera dan proses yang menentukan dan mencorakkan fenomena cuaca dan iklim (Shaharuddin A., 2006). Meteorologi didefinisikan sebagai ilmu geografi yang mempelajari tentang ciri-ciri fizikal dan kimia atmosfera untuk meramalkan keadaan cuaca di suatu tempat secara khusus dan di seluruh dunia secara umum. Maksud lain meteorologi adalah ilmu yang mempelajari proses fizikal dan gejala cuaca yang terjadi di dalam atmosfera terutama pada lapisan bawah iaitu troposfera. Secara khususnya, parameter meteorologi adalah suhu, kelembapan udara, kelajuan angin, hujan, arah angin, tekanan udara, radiasi solar, partikel terampai dan litupan awan. Perkara ini telah dijelaskan dalam kajian berkaitan keselamatan penentuan tapak, bentuk binaan dan pembangunan oleh Deni Septiadi (2016). Berbeza dalam kajian yang dijalankan oleh Lisa Agustina et al. (2019) yang mana beliau menggunakan parameter suhu, kelembapan udara, kelajuan angin dan hujan sebagai parameter meteorologi.

Definisi Operasional

Oleh itu, melalui kajian ini parameter meteorologi merujuk kepada suhu, kelembapan, dan kelajuan angin bagi melihat perhubungan dengan partikel terampai (PM_{10} dan $PM_{2.5}$) sebagai kesesuaian kajian. Meteorologi yang digunakan adalah lebih kepada keadaan cuaca dan iklim secara fizikal.

1.10.4 Sistem Pernafasan

Definisi Konseptual

Sistem pernafasan pada manusia adalah sistem menyedut oksigen dari udara serta mengeluarkan karbon dioksida dan wap air. Dalam proses pernafasan, oksigen adalah zat paling utama. Sistem pernafasan manusia merangkumi dua pekara, iaitu organ pernafasan dan mekanisme pernafasan (Jiyuan et al., 2013; Gregory & Tjokorda, 2017). Organ-organ pernafasan berfungsi sebagai memasukkan udara yang mengandungi oksigen dan mengeluarkan udara yang mengandungi karbon dioksida serta wap air. Sistem pernafasan terdiri daripada komponen utama iaitu dua paru-paru, organ penting sistem pernafasan, saluran udara atas dan bawah yang mengalir atau bergerak, gas masuk dan keluar dari sistem, kantung udara terminal yang disebut alveoli dikelilingi oleh jaring-kerja kapilari yang menyediakan pertukaran gas, sangkar toraks yang menempatkan, melindungi, dan memudahkan fungsi sistem dan otot pernafasan yang merangkumi otot utama, diafragma, dan otot aksesori (Bruce J.C., 2020).

Definisi Operasional

Sistem pernafasan yang dirujuk dalam kajian adalah seperti definisi konseptual. Pernafasan yang dilakukan dengan menyedut udara sekeliling yang mempunyai bahan pencemar memberi kesan kepada sistem pernafasan. Kesemua organ dalam sistem pernafasan diterangkan untuk memberi pemahaman terhadap berlakunya masalah simptom pernafasan.

1.10.5 Simptom Penyakit Pernafasan

Definisi Konseptual

Simptom atau gejala adalah ciri-ciri yang berlaku secara nampak sebelum mengalami masalah lebih serius iaitu penyakit pernafasan. Penyakit pernafasan seperti asma, bronkitis, radang paru-paru, rinitis alergi, dan sinusitis boleh merosakkan keupayaan anak untuk berfungsi dan merupakan penyebab penting ketinggalan hari persekolahan dan batasan aktiviti. Gejala/simptom yang berkaitan berlaku seperti batuk, pening, kesesakan, sakit dada, sesak nafas, gangguan pernafasan, dan kematian dalam kes-kes yang paling melampau (Daniel A., & Kristen A., 2013).

Definisi Operasional

Simptom dalam kajian adalah gejala yang berlaku kesan daripada debu dan habuk persekitaran yang berpunca daripada kegiatan manusia. Simptom yang ditekankan dalam kajian ini ialah batuk, selesema, sesak nafas, dan bersin. Simptom ini berlaku disebabkan pencemaran udara yang tinggi melibatkan partikel terampai dan gas-gas berbahaya (Jadual 1.3). Keempat-empat simptom ini hanya dilihat melalui pendapat atau persepsi penduduk melalui soal selidik.

Jadual 1.3

Ulasan artikel berkaitan jenis simptom masalah penafasan kesan partikel terampai kepada sistem pernafasan.

Penulis	Jenis Simptom Masalah Penafasan
Frank J. Kelly (2014)	Termengah-mengah, Batuk, Kesukaran bernafas
Haliza Abdul Rahman et al. (2011)	Batuk, kesukaran bernafas, alergi, selesema, demam, bersin
Nicolai T. et al. (2003)	Batuk, sesak nafas dan alergi
Nicole A.H. et al. (2003)	Sesak nafas, batuk, deman, kahak
Eric Garshick et al. (2003)	Batuk, kesukaran bernafas, kahak

1.11 Rumusan

Secara keseluruhannya, Bab 1 banyak menerangkan maklumat mengenai proses sebelum, semasa dan selepas kajian dilakukan. Objektif dan matlamat kajian merupakan perkara induk yang diberi perhatian penuh dalam menjalankan dan menjayakan kajian ini. Selain itu, bab ini juga menerangkan tentang sumber-sumber data dan maklumat kajian yang boleh diterima pakai dalam menghasilkan kajian. Maklumat yang diperolehi menjadi pemboleh ubah bagi membantu proses pengkajian dijalankan. Pembentukan organisasi penulisan laporan sebagai panduan kajian banyak membantu penghasilan kajian yang dijalankan. Pembentukan ini adalah secara teratur dan terperinci supaya matlamat dan objektif kajian tercapai.