

**IMPAK TABURAN PARTIKEL TERAMPAI (PM₁₀ dan PM_{2.5})
TERHADAP SUHU KAWASAN BANDAR DAN PINGGIR
BANDAR DI IPOH, PERAK**

*(THE IMPACT OF THE DISTRIBUTION OF SUSPENDED PARTICLES
(PM₁₀ and PM_{2.5}) ON THE TEMPERATURE OF URBAN AND SUBURBAN
AREAS IN IPOH, PERAK)*

**Mohamad Ihsan Muhamad Ismail, Mohd Hairy Ibrahim
& Nur Kalsum Mohd Isa**

Abstrak

Pencemaran partikel terampai (PM₁₀ dan PM_{2.5}) di Ipoh adalah berpunca dari industri simen, kuari dan kawasan perindustrian berpusat. Kajian ini dijalankan untuk melihat impak taburan konsentrasi partikel terampai terhadap suhu di kawasan bandar dan pinggir bandar dengan memperoleh data primer melalui kaedah persampelan lapangan di Ipoh. Kaedah persampelan di lapangan untuk data partikel terampai dilakukan dengan menggunakan Model 164 GRIMM *dust indicator* untuk mendapatkan kepekatan taburan konsentrasi PM₁₀ dalam kawasan pusat bandar dan pinggir bandar di Ipoh. Manakala bagi pencerapan suhu menggunakan *Windmate Hydrometer* TM dan *Whirling Hygrometer*. Dapatan data menunjukkan terdapat hubungan yang positif dimana peningkatan partikel terampai menunjukkan peningkatan suhu terutamanya bagi Stesen 10 iaitu kawasan kilang simen Tasek dengan bacaan (PM₁₀ = 213.7 ug/m³ dan PM_{2.5} = 121.3 ug/m³) dimana bacaan suhu adalah 34.9°C, dan Stesen 1 iaitu kawasan Kilang Simen Khantan dengan bacaan (PM₁₀ = 231.7 ug/m³ dan PM_{2.5} = 146.3 ug/m³) dimana bacaan suhu adalah 31.5 °C. Walau bagaimanapun, cerapan harian tertinggi bagi PM₁₀ dan PM_{2.5} adalah 329.3 ug/m³ dan 247.7 ug/m³. Secara keseluruhannya, didapati kesan perubahan kandungan bahan pencemar yang diakibatkan oleh pencemaran PM₁₀ dan PM_{2.5} di Ipoh yang mana meningkat suhu sekitar dan boleh menyebabkan kesan yang pelbagai.

Kata kunci: Pencemaran udara, partikel terampai, suhu, PM₁₀ dan PM_{2.5}, Korerasi Spearman

Abstract

Suspended particle pollution (PM₁₀ and PM_{2.5}) in Ipoh is caused by the cement industry, quarries and centralized industrial areas. This study was conducted to see the impact of suspended particle concentration distribution on temperature in urban and suburban areas by obtaining primary data through field sampling methods in Ipoh. Field sampling method for suspended particle data is done by using Model 164 GRIMM dust indicator to obtain the PM₁₀ concentration distribution in the city center and suburbs in Ipoh. While for the observation of temperature using Windmate Hydrometer TM and Whirling Hygrometer. The data shows that there is a positive relationship where the increase in suspended particles shows an increase in temperature especially for Station 10 which is the Tasek

cement factory area with readings ($PM_{10} = 213.7 \text{ ug/m}^3$ and $PM_{2.5} = 121.3 \text{ ug/m}^3$) where the temperature reading is 34.9°C , and Station 1 which is the Khantan Cement Factory area with a reading ($PM_{10} = 231.7 \text{ ug/m}^3$ and $PM_{2.5} = 146.3 \text{ ug/m}^3$) where the temperature reading is 31.5°C . However, the highest daily observations for PM_{10} and $PM_{2.5}$ are 329.3 ug/m^3 and 247.7 ug/m^3 . Overall, it was found that the effect of changes in the content of pollutants caused by PM_{10} and $PM_{2.5}$ pollution in Ipoh increased the ambient temperature and could cause various effects.

Keywords: *Air pollution, suspended particles, temperature, PM_{10} and $PM_{2.5}$, Correlation Spearman*

PENGENALAN

Partikel terampai (PM), juga dipanggil pencemaran zarah, adalah istilah umum untuk zarah dan cecair yang sangat kecil di dalam atmosfera [1,2]. Partikel merujuk kepada campuran kompleks partikel pepejal dan titisan cecair. Secara umum, saiz dan komposisi mungkin berbeza-beza bergantung pada lokasi dan masa sumbernya [3]. Gabungan kesan daripada aktiviti manusia, industri dan partikel sekunder menghasilkan kawasan yang panas dengan konsentrasi partikel terampai yang tinggi dan pencemaran udara yang lain [4,5]. Di dalam partikel terampai terdapat dua subkelas iaitu pepejal dan cecair. Kajian ini lebih berfokus kepada partikel terampai dalam bentuk pepejal yang dikeluarkan oleh industri dan kenderaan bergerak sekitar kawasan kajian. Partikel terampai boleh didefinisikan sebagai sebarang bahan yang diserakan di atmosfera, sama ada dalam bentuk pepejal atau cecair. Biasanya istilah atau pembahagian yang digunakan itu merujuk kepada saiz dan fasa kewujudannya. Walau bagaimanapun, biasanya saiz sebahagian besar zarah yang diambil kira dalam pencemaran udara berada dalam julat $0.1 \mu\text{m}$ hingga $10 \mu\text{m}$ (hampir sama dengan saiz bakteria). Dengan saiz yang sedemikian kecil dan ketumpatan yang kecil maka pengaruh graviti tidak begitu ketara. Secara tidak langsung membolehkan bahan zarah terampai lebih lama di atmosfera [6,7].

Pencemaran partikel terampai di Malaysia banyak dipengaruhi oleh proses urbanisasi, terutamanya di bandar-bandar utama. Bandar Kuala Lumpur, Petaling Jaya, Ipoh, Johor Bahru dan Seberang Perai merupakan pusat-pusat penting bagi pembangunan industri. Tumpuan dalam kajian ini adalah di kawasan Ipoh kerana mengalami pembangunan yang sangat pesat dengan guna tanah yang meluas. Partikel terampai yang semakin meningkat juga menyumbang kepada peningkatan suhu setempat [8,9,10].

Kajian dijalankan bagi melihat tahap pencemaran partikel terampai dan melihat perhubungannya dengan salah satu parameter cuaca iaitu suhu. Ini kerana kajian sebelum ini tidak mengkaji secara menyeluruh keadaan sebenar suhu dan partikel terampai kawasan Ipoh [11]. Seterusnya terdapat banyak aduan masyarakat disekitar Ipoh berkaitan keadaan yang panas, rumah dan permukaan udara yang sentiasa berjerebu di samping kadar guna tanah yang meningkat secara drastik [12]. Keadaan bertambah kritikal apabila penambahan penduduk di Ipoh sebanyak 57% dalam masa 20 tahun.

KAWASAN KAJIAN

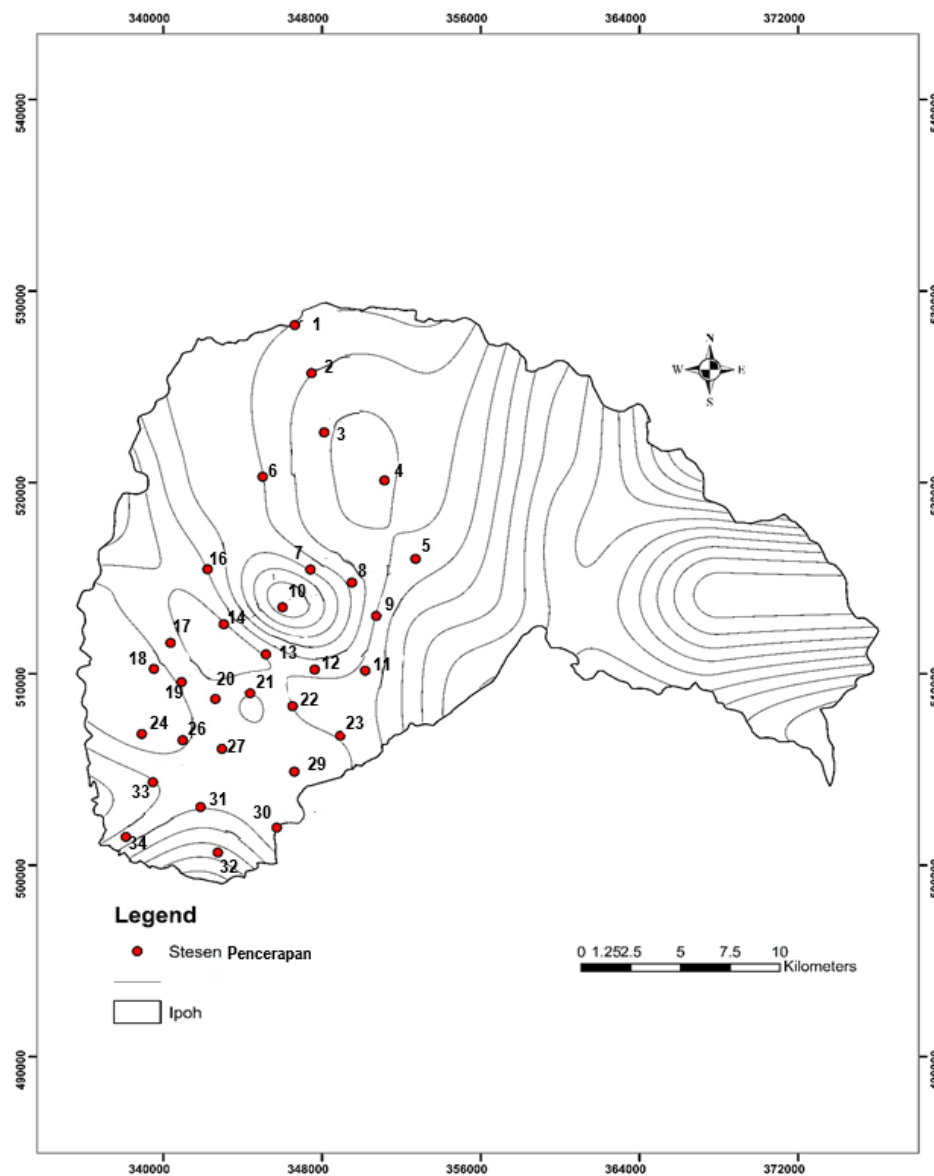
Kajian ini dijalankan di Ipoh, Perak. Ipoh terletak pada garis lintang $4^\circ 34' \text{ U}$ dan garis bujur $101^\circ 5' \text{ T}$. Ipoh merupakan bandar ketiga terbesar di Semenanjung Malaysia. Kedudukan Ipoh berpusat di kedua-dua belah tebing Sungai Kinta dan tanah rata dengan ketinggian 75 meter daripada aras laut. Kawasan kajian merupakan pusat yang semakin pesat membangun dari segi pusat pentadbiran utama, perdagangan dan pelbagai jenis perindustrian. Jadual 1 menunjukkan keluasan kawasan dan mukim di Bandaraya Ipoh.

Jadual 1. Kawasan Bandaraya Ipoh mengikut pembahagian mukim

Mukim	Keluasan (Hektar)	Peratus (%)
Sebahagian Mukim Ulu Kinta	62,812.37	97.75
Sebahagian Mukim Sg. Raia	1,363.00	2.12
Sebahagian Mukim Sg. Terap	81.63	0.13
Jumlah Keluasan	64,257.00	100.00

Sumber: Jabatan Perancangan Bandar dan Desa (2010)

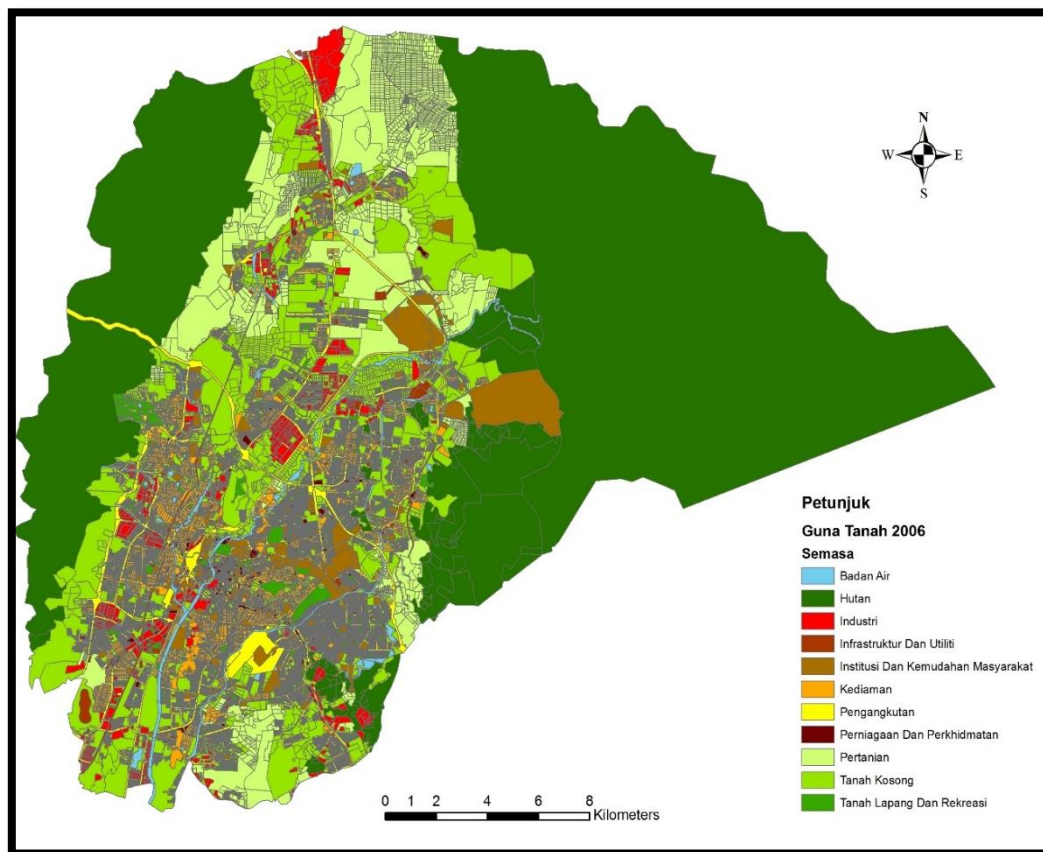
Bandaraya Ipoh terletak dalam daerah Kinta dan mempunyai keluasanya 387.13 km persegi. Di samping itu, beberapa kawasan sekitar seperti di Jelapang, Simpang Pulai, Chemor, Lahat, Tanjong Rambutan, Lahat dan Tambun turut berkembang. Ipoh terletak di dalam Daerah Kinta yang meliputi sebahagian Mukim Ulu Kinta, sebahagian Mukim Sg. Ria dan sebahagian Mukim Sg. Terap di daerah Kinta dalam negeri Perak. Rajah 1 menunjukkan stesen pencerapan dan Jadual 2 menunjukkan nama-nama stesen pencerapan yang dilebelkan status letakan.



Rajah 1. Stesen Pencerapan kawasan kajian, Ipoh.

Jadual 2. Status Letakan Stesen di Ipoh Perak.

No. Stesen	Nama Lokasi	Status Letakan
1	Kilang Simen Khantan	Luar Bandar
2	Taman Khantan	Luar Bandar
3	Desa Tanjung Murni	Luar bandar
4	Kawasan Perindustrian Chepor	Pinggir Bandar
5	Taman Changkat Kinding	Luar Bandar
6	Taman Meru	Pinggir Bandar
7	Kawasan Perindustrian Keledang	Pinggir Bandar
8	Kawasan Perindustrian Ringan Bercham	Pinggir Bandar
9	Taman Sri Tanjung	Pinggir Bandar
10	Kilang Simen Tasek	Bandar
11	Taman Becham Jaya	Pinggir Bandar
12	Kampung Lata	Pinggir Bandar
13	Taman Ipoh Selatan	Bandar
14	Kampung Kepayang	Bandar
15	Kampung Dato Ahmad	Pinggir Bandar
16	Kawasan Perindustrian Jelapang	Pinggir Bandar
17	Pusat Bandar Ipoh	Bandar
18	Kawasan Perindustrian Silibin	Pinggir Bandar
19	Kawasan Perindustrian Jelapang 2	Pinggir Bandar
20	Masjid Negeri	Bandar
21	Taman Flora Tropika	Bandar
22	Taman Desa Indah	Pinggir Bandar
23	Taman Camay	Pinggir Bandar
24	Kawasan Perusahaan Mengelembu	Pinggir Bandar
25	Kawasan Perindustrian Mengelembu	Pinggir Bandar
26	Taman Bukit Merah	Pinggir Bandar
27	Taman Pengkalan Jaya	Pinggir Bandar
28	Taman Sri Palma	Pinggir Bandar
29	Kawasan Industri Ringan Kinta Jaya	Pinggir Bandar
30	Kawasan Industri Pemecahan Batu	Pinggir Bandar
31	Bandar Pulau Jaya	Pinggir Bandar
32	Kilang Simen Pinji	Pinggir Bandar
33	Kawasan Perindustrian Lahat	Pinggir Bandar
34	Kawasan Perindustrian Pengkalan	Pinggir Bandar



Rajah 2. Kawasan Guna Tanah di Bandaraya Ipoh Tahun 2006
Sumber: Ubah suai dari Jabatan Perancangan dan Desa (2010)

METODOLOGI

Secara amnya, data yang diperlukan dalam kajian ini ialah data primer dan data sekunder. Data primer diperolehi melalui proses pemerhatian, tinjauan, dan pencerapan yang dijalankan di kawasan kajian. Data ini meliputi partikel ampaian, suhu, halaju angin dan kelembapan. Manakala, data sekunder diperolehi daripada pelbagai sumber bercetak atau elektronik seperti buku-buku, risalah, laporan kajian, latihan ilmiah, kertas kerja yang berkaitan dan talian internet [13]. Laporan dan rekod-rekod yang dikeluarkan oleh agensi-agensi kerajaan dan swasta dikategorikan sebagai data sekunder yang penting bagi mengukuhkan bukti yang diperolehi semasa menjalankan kajian lapangan dan semasa penganalisan data [14].

Data pencerapan dikutip secara kaedah kajian lapangan dan mencerap di lapangan secara mendatar. Pencerapan melibatkan kawasan pusat bandar, pinggir bandar dan luar bandar. Pencerapan melingkupi kawasan yang menjadi sumber punca pencemaran udara, jalanraya dan kawasan taman perumahan yang berdekatan dengan subjek kajian. Pencerapan secara mendatar kawasan kajian melibatkan pengukuran suhu, kelembapan bandingan, dan kelajuan angin. Alat yang digunakan bagi mendapatkan nilai konsentration partikel ampaian dengan menggunakan alat iaitu Model 164 GRIMM *dust indicator*. Selain itu, suhu, kelembapan dan arah pergerakan angin juga diambil menggunakan *whirling hygrometer* dan anemometer bagi melihat penyerakan dan melihat hubungan antara parameter dengan partikel terampai.

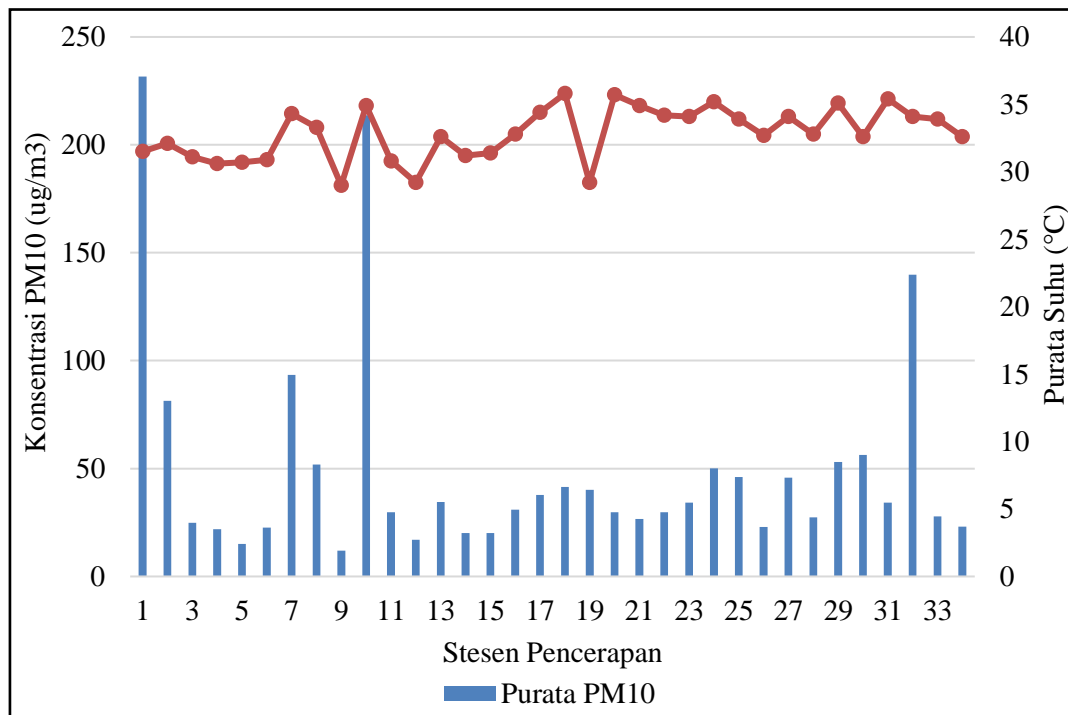
Kerja lapangan bagi mengukur parameter dikaji dilakukan pada 1130 pagi hingga 1500 petang dimana pada waktu dan jam tersebut dipilih kerana dianggap tidak banyak perubahan cuaca di antara semua stesen yang ditetapkan. Oleh itu, data tersebut boleh dibandingkan dengan andaian

mempunyai sifat suhu yang sama. Pengukuran dilapangan dilakukan sebanyak 3 kali dan nilai dipuratakan. Penceraipan telah dilakukan selama 12 hari di mana keadaan cuaca adalah cerah dan tenang pada masa tersebut. Data dalam artikel ini merangkumi 6 hari bekerja yang diambil dan dipuratakan.

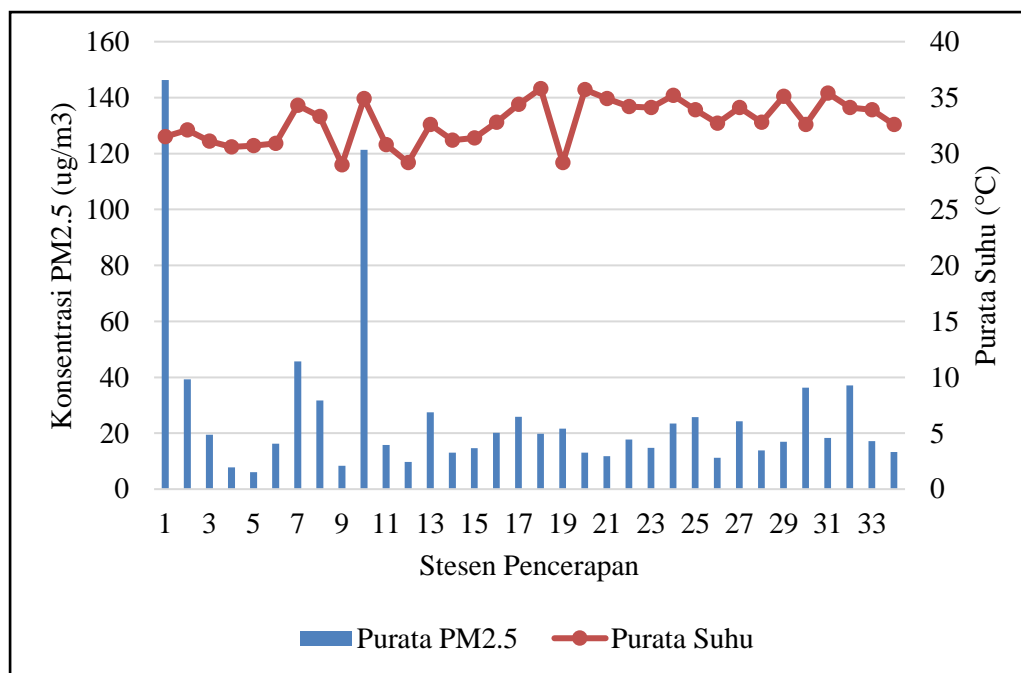
HASIL KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Suhu memainkan peranan penting dalam konsentrasi partikel di sesebuah kawasan terutamanya kawasan kajian [15]. Dapatan hasil kajian akan menerangkan pengaruh suhu dengan konsentrasi seperti dalam Rajah 3 dan Rajah 4. Berdasarkan Rajah 3, peningkatan suhu menyebabkan peningkatan kepada konsentrasi partikel pada hari bekerja di kawasan Ipoh. Pada aras konsentrasi partikel tinggi di Stesen 1 (31.5°C), Stesen 10 (34.9°C) dan stesen 32 (34.1°C) menunjukkan suhu tinggi. Ini menunjukkan lokasi stesen yang berada di Kilang Simen Khantan ($231.7 \text{ ug}/\text{m}^3$), Kilang Simen tasik ($213.7 \text{ ug}/\text{m}^3$) dan Kilang Simen Pinji ($139.9 \text{ ug}/\text{m}^3$) bukan sahaja mempunyai suhu persekitaran yang tinggi malahan konsentrasi partikel juga tinggi. Walau bagaimanapun, suhu di sekitar stesen 18 hingga stesen 20 mempunyai suhu yang tinggi sehingga mencecah 35.7°C dengan kadar konsentrasi PM_{10} tidak melebihi $50 \text{ ug}/\text{m}^3$. Keadaan ini berlaku kerana kedudukan stesen tersebut berada di sekitar Pusat Bandar Ipoh dan dikelung oleh pusat-pusat industri dimana kawasannya lapang dan tidak mempunyai litupan tumbuhan [16].

Merujuk kepada Rajah 4, paras konsentrasi $\text{PM}_{2.5}$ tertinggi adalah pada stesen 1 ($146.3 \text{ ug}/\text{m}^3$), Stesen 7 ($45.7 \text{ ug}/\text{m}^3$) dan stesen 10 ($121.3 \text{ ug}/\text{m}^3$). Ketiga-tiga stesen tersebut merupakan kawasan kilang simen Khantan, Kawasan Perindustrian Keledang dan Kawasan Kilang Simen Tasik. Stesen 1 mempunyai purata suhu 31.5°C , stesen 7 dengan purata suhu 34.3°C dan stesen 10 mempunyai purata suhu 34.9°C . Secara keseluruhannya dapat dilihat daripada Rajah 3 dan rajah 4 menerangkan apabila konsentrasi partikel tinggi dikawasan kajian tinggi maka suhu juga tinggi [17,18]. Gambaran yang lebih jelas dapat dilihat dalam Jadual 3.



Rajah 3. Purata Konsentrasi PM_{10} Dengan Suhu di Ipoh, Perak.



Rajah 4. Purata Konsentrasi PM_{2.5} Dengan Suhu di Ipoh, Perak.

Jadual 3. Stesen yang Mempunyai Purata Konsentrasi PM₁₀ dan PM_{2.5} tertinggi dengan Suhu di Ipoh, Perak.

Stesen	Nama Stesen	PM ₁₀	Purata	PM _{2.5}	Purata	Suhu	Purata						
1	Kilang Simen Khantan	329.3	205.5	160.3	231.7	247.7	110.9	80.3	146.3	30.2	33	31.2	31.5
2	Taman Khantan	115.4	77.5	52.6	81.8	57.3	28.5	32.2	39.3	31.6	31.7	33	32.1
7	Kawasan Industri Keledang	104.4	87.5	88.2	93.4	42.8	39	55.4	45.7	34.6	34.4	33.9	34.3
10	Kilang Simen Tasek	115.5	310.1	215.5	213.7	73.3	205.3	85.4	121.3	34.9	35	34.7	34.9
32	Kilang Simen Pinji	137.2	126.7	156	139.9	34.5	36.5	40.3	37.1	32.4	31.8	33.6	32.6

Walaupun bagaimanapun, terdapat juga kawasan yang rendah konsentrasi partikel terampai tetapi mempunyai suhu yang tinggi iaitu sebanyak 12 stesen cerapan. Jika dilihat pada peta guna tanah di Ipoh, menunjukkan kawasan utara, tengah dan selatan mempunyai industri berasaskan simen dan batu kapur. Berdasarkan nama stesen, terdapat 12 stesen pencerapan merupakan kawasan industri mengelilingi bandaraya Ipoh. Ini salah satu punca dimana bahangan suhu yang terperangkap oleh partikel terampai yang tinggi bukan sahaja berada di kawasan bandar malahan membawa sehingga ke pinggir bandar [19,20]. Kesanya, pinggir bandar kebanyakannya mempunyai paras konsentrasi yang rendah tetapi suhu yang tinggi.

Jadual 4 dapat menunjukkan dapatan perhubungan menggunakan analisis korelasi Spearman. Hasil analisis korelasi keseluruhan menunjukkan kekuatan hubungan yang lemah kerana terdapat kawasan dimana konsentrasi dan suhu mempunyai hubungan berlawanan. Tetapi, sekiranya

kawasan yang mempunyai konsentrasi yang tinggi dengan suhu yang tinggi (Jadual 3) dianalisis menunjukkan dapatan hasil yang berbeza (Jadual 5).

Jadual 4. Hubungan Antara Suhu Dengan Konsentrasi PM₁₀ dan PM_{2.5} Keseluruhan Stesen Pencerapan.

Jenis Hari/waktu	Pembolehubah	r	p	Kekuatan Hubungan
Hari bekerja (siang)	PM ₁₀ Suhu	.508	.002	Lemah
	PM _{2.5} Suhu	.327	.059	Sangat lemah

Jadual 5. Hubungan Antara Suhu Dengan Konsentrasi PM₁₀ dan PM_{2.5} Stesen Pencerapan Tertinggi.

Jenis Hari/waktu	Pembolehubah	r	p	Kekuatan Hubungan
Hari bekerja (siang)	PM ₁₀ Suhu	.873	.000	Kuat
	PM _{2.5} Suhu	.700	.000	Kuat

KESIMPULAN

Secara jelas, menunjukkan bahawa stesen 1, stesen 2, stesen 7, stesen 10 dan stesen 32 mempunyai paras konsentrasi yang tinggi dan memberi kesan kepada keadaan suhu dikawasan tersebut turut tinggi. Ini menunjukkan kawasan perindustrian dan penggunaan kenderaan bermotor yang banyak mengeluarkan asap, debu dan habuk di udara mempunyai risiko peningkatan suhu sekitar [21,22]. Secara tidak langsung boleh membawa kepada masalah yang lebih serius seperti simptom masalah kesihatan atau penyakit yang lebih kronik [23]. Ini menunjukkan kawasan Ipoh mempunyai suhu yang tinggi dan partikel terampai yang tinggi.

RUJUKAN

- Morton Lippmann. 2012. Particulate Matter (PM) Air Pollution and Health: Regulatory and Policy Implications. *Air Quality Atmos. Health* 5: 237-241.
- Abdul Rahman, M., Lee Keat Teong & Irvan Dahlan. 2015. *Pengenalan Kepada Pencemaran Udara*. Pulau Pinang: Universiti Sains Malaysia.
- Karuna Singh & Dhananjay Tripathi 2021. Particulate Matter and Human Health. *Environmental Science*. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.100550>.
- Nelson D.C. 1997. Air Pollution and Health Effects In Sao Paulo, Brazil: A Time Series Analysis. Tesis Doctoral: London School Of Hygiene And Tropical Medicine.
- Kunzli N., Peres L., & Rapp R. 2010. Air Quality and Health. Institute for Social and Preventive Medicine, University Basel, Switzerland.
- Zaini Ujang 1997. *Pengenalan Pencemaran Udara*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Markos A.A., Ubiratan de P.S., Lourde C.M., Paulo H.N., Luiz Alberto A.P & Alfesio Luis F.B. 2012. Air Pollution and the Respiratory System. Center for Environmental Epidemiology Studies, Air Pollution Laboratory, Department of Pathology, University of Sao Paulo, Brazil.
- Edward Nam, Sandeep Kishan, Richard William Baldauf & James Warila. 2010. Temperature Effects on Particulate Matter Emissions from Light-Duty, Gasoline-Powered Motor Vehicles. *Environmental Science and Technology* 44(12):4672-7.
- Patricia A. Mulawa, Steven H. Cadle, Kenneth Knapp, Roy Zweidinger, Richard Snow, Randy Lucas & Joseph Goldbach. 1997. Effect of Ambient Temperature and E-10 Fuel on Primary Exhaust Particulate Matter Emissions from Light-Duty Vehicles. *Environ. Sci. Technol.* 31(5): 1302–1307.

- German Hernandez, Terri-Ann Berry, Shannon L Wallis & David Poyner. 2017. Temperature and Humidity Effects on Particulate Matter Concentrations in a Sub-Tropical Climate During Winter. *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering* 102. DOI: 10.7763/IPCBE. 2017. V102. 8
- Mohd Hairy Ibrahim, Fauziah Che Leh, Mazlini Adnan & Nur Kalsum Mohd Isa 2016. Pencemaran habuk di Malaysia: Mengesan taburan konsentrasi PM10 di pusat bandar, sub bandar dan pinggir bandar di Ipoh, Perak. *GEOGRAFLA OnlineTM Malaysian Journal of Society and Space* 12(5): 104 - 114.
- Mohd Hairy Ibrahim, Jamaluddin Md. Jahi, Abdul Samad Hadi & Khairi Ariffin. 2011. Menyingkap Perkembangan Perbandaran Ipoh Menjadi Sebuah Bandaraya. *Sari - International Journal of the Malay World and Civilisation* 29(2): 149 - 166.
- Jasmi, K.A. 2012. Metodologi Pengumpulan Data dalam Penyelidikan Kualitatif dalam Kursus Penyelidikan Kualitatif Siri 1 2012 at Puteri Resort Melaka on 28-29 Mac 2012. Organized by Institut Pendidikan Guru Malaysia Kampus Temenggong Ibrahim. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/293097563>
- Martins, F., Da Cunha, J., Serra, F. 2018. Secondary Data in Research – Uses and Opportunities. *Iberoamerican Journal of Strategic Management (IJSM)* 10.
- Badhiye S.S., Wakode B.V., Chatur P.N. 2012. Analysis of Temperature and Humidity Data for Future value prediction. *International Journal of Computer Science and Information Technologies (IJCSIT)* 3(1): 3012 - 3014
- Jackson Voelkel & Vivek Shandas. 2017. *Towards Systematic Prediction of Urban Heat Islands: Grounding Measurements, Assessing Modeling Techniques*. Toulon School of Urban Studies and Planning, Portland State University, 1825 SW Broadway, Portland, OR 97201, USA; vshandas@pdx.edu
- M. Aydın, A. Heitor Reis & Antonio F. Miguel. 2008. Effect of suspended particles on convective heat transfer enhancement. *International Journal of Energy Research*
- Minjoong J. Kim. 2019. Changes in the Relationship between Particulate Matter and Surface Temperature in Seoul from 2002–2017. *Atmosphere* 10: 238; doi:10.3390/atmos10050238. www.mdpi.com/journal/atmosphere.
- Ali Yousefia, Mehdi Niazi Ardekana, Francesco Picanoc & Luca Brandta. 2020. Regimes of Heat Transfer in Particle Suspensions. *Int. J. Heat Mass Transf.*
- Grigorieva E., & Lukyanets, A. 2021. Combined Effect of Hot Weather and Outdoor Air Pollution on Respiratory Health: Literature Review. *Atmosphere* 12: 790.
- C. Pénard-Morand & I. Annesi-Maesano. 2004. Air Pollution: from sources of emissions to health effects. *Public Health Breathe* 2(2).
- Künzli N, Kaiser R, Medina S, et al. 2000. Impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Public-health Lancet* 356: 795–801.
- Manisalidis I, Stavropoulou E, Stavropoulos A, Bezirtzoglou E. 2020. Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Front Public Health* 2(8):14.

Mohamad Ihsan Muhamad Ismail,
 Jabatan Geografi dan Alam Sekitar,
 Fakulti Sains Kemanusiaan,
 Universiti Pendidikan Sultan Idris,
 35900 Tanjong Malim,
 Perak
 Email: hairy@fsk.upsi.edu.my

Mohd Hairy Ibrahim, (Ph.D)
 Jabatan Geografi dan Alam Sekitar,
 Fakulti Sains Kemanusiaan,
 Universiti Pendidikan Sultan Idris
 Email: hairy@fsk.upsi.edu.my

Nur Kalsum Mohd Isa, (Ph.D)
Jabatan Geografi dan Alam Sekitar,
Fakulti Sains Kemanusiaan,
Universiti Pendidikan Sultan Idris
Email: norkalsum @fsk.upsi.edu.my

Diserahkan: 20 April 2023

Diterima: 28 Mei 2023

Diterbitkan: 30 Jun 2023