



Pencemaran habuk di Malaysia: Mengesan taburan konsentrasi PM₁₀ di pusat bandar, sub bandar dan pinggir bandar di Ipoh, Perak

Mohd Hairy Ibrahim¹, Fauziah Che Leh¹, Mazlini Adnan², Nur Kalsum Mohd Isa¹

¹Jabatan Geografi dan Alam Sekitar, Fakulti Sains Kemanusiaan, Universiti Pendidikan Sultan Idris, ²Jabatan Matematik, Fakulti Sains Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris

Correspondence: Mohd Hairy Ibrahim (email: hairy@fsk.upsi.edu.my)

Abstrak

Sumber utama masalah pencemaran habuk (PM₁₀) di Ipoh adalah berpunca dari industri simen dan kuari. Kajian ini dijalankan untuk menilai taburan konsentrasi PM₁₀ (habuk) di Bandaraya Ipoh dengan memperoleh data primer melalui kaedah persampelan di lapangan di Ipoh. Kaedah persampelan di lapangan dilakukan dengan menggunakan *Portable Laser Aerosol Spectrometer* dan *Dust Monitor Model 1.108* untuk menunjukkan taburan konsentrasi PM₁₀ dalam kawasan pusat bandar, sub bandar dan pinggir bandar di Ipoh. Penemuan terhadap data yang diperolehi daripada persampelan di lapangan menunjukkan bahawa taburan konsentrasi PM₁₀ adalah tertinggi di Simpang Pulai (pinggir Bandar) dengan bacaan 189.9 ug/m³ pada waktu pagi dan 171.1 mg/m³ pada waktu malam, diikuti dengan Chemor (pinggir bandar) dengan bacaan 86.1ug/m³ pada waktu pagi dan 90.5 ug/m³ pada waktu malam. Konsentrasi PM₁₀ adalah lebih rendah di pusat bandar Ipoh, dengan bacaan 72.3 ug/m³ di Tasek pada waktu pagi dan 67.3 ug/m³ pada waktu malam. Bacaan konsentrasi tertinggi pada waktu tengahari adalah dicatatkan di Chemor, iaitu 90.5 ug/ m³. Secara keseluruhannya, didapati kesan perubahan atmosfera yang diakibatkan oleh pencemaran PM₁₀ di Ipoh yang mana akhirnya boleh menyebabkan akibat yang buruk terhadap kesihatan.

Katakunci: habuk, Ipoh, kualiti udara bandar, pencemaran udara, pm₁₀, taburan

Dust pollution in Malaysia: An investigation of the distribution of PM₁₀ in the city centre, sub-cities and suburbs of Ipoh, Perak

Abstract

This study was conducted to evaluate the distribution of PM₁₀ (dust) concentration in Ipoh and investigate the distribution of PM₁₀ pollution. The data was obtained primer data from field sampling. The field sampling was done using *Portable Laser Aerosol Spectrometer and Dust Monitor Model 1108* to show the distribution of PM₁₀ concentrations in the city centre, sub-cities and suburb areas of Ipoh. The finding of the field sampling analysis showed that the distribution of PM₁₀ concentration was the highest at Simpang Pulai (downtown) with 189.9 ug/m³ during the morning time and 171.1 mg/m³ during the night, followed by Chemor (suburbs) with 86.1ug/m³ during morning and 90.5 ug/m³ during the night. The PM₁₀ concentration was lower in the City Centre of Ipoh, they were 72.3 ug/m³ in Tasek during the morning time and 67.3 ug/m³ during the night. The highest concentration level at midday was listed in Chemor, which was 90.5 ug/ m³. Overall, it was found that the impact of atmospheric changes was affected by the PM₁₀ pollution in Ipoh, which could ultimately cause adversely effect on health.

Keywords: air pollution, distribution, dust, Ipoh, pm₁₀, urban air quality

Pengenalan

Masalah pencemaran udara merupakan salah satu fenomena yang semakin serius dan dihadapi di semua kawasan sama ada di negara maju atau negara sedang membangun. Masalah kualiti udara ini dapat dikaitkan dengan proses pembangunan sesebuah negara terutamanya dalam proses urbanisasi dan pembangunan aktiviti perindustrian. Walaupun pembangunan industri ini dilihat mampu meningkatkan taraf sosio-ekonomi penduduk namun, secara tidak langsung aktiviti ini turut mendorong kepada masalah pencemaran udara (Wahidan, 1996; Mohd Talib Latif et al., 2010). Hal ini kerana, kepesatan sektor perindustrian akan mendorong kepada masalah alam sekitar terutamanya berkaitan penurunan kualiti udara selain menjejaskan kelestarian sumber alam yang lain. Selain itu, keadaan ini akan mempengaruhi elemen iklim di sesuatu kawasan apabila pengoperasian industri ini dilaksanakan tanpa menekankan aspek kelestarian alam sekitar.

Pencemaran udara dikatakan berlaku apabila sesuatu bahan atau partikel yang terbebas ke udara dan mempengaruhi manusia, haiwan, tumbuh-tumbuhan dan bahan-bahan (Mohmadisa dan Mohamad Suhaily Yusri, 2005). Selain itu, pencemaran udara juga boleh didefinisikan sebagai kehadiran satu atau lebih bahan pencemar di dalam atmosfera dengan kuantiti serta jangka masa tertentu yang boleh menyebabkan kecederaan dan kerosakkan kepada manusia, tumbuh-tumbuhan, binatang dan harta benda sekaligus boleh mengganggu keselesaan dan ketenteraman (Faridah, 2003). Hal ini kerana kualiti udara yang merosot secara berterusan mampu memberi kesan kepada kesihatan penduduk di kawasan kejiranan akibat terdedah dengan bahan-bahan pencemar udara (Mohd Talib Latif, 1999; Mastura Mahmud & Iza Hadila, 2010). Kebiasaannya, terdapat lima jenis pencemar yang dipantau iaitu PM_{10} , karbon monoksida (CO), nitrogen monoksida (NO), sulfur dioksida (SO_2) dan ozon (O_3). Namun, laporan kepekatan PM_{10} adalah lebih ditekankan berbanding dengan jenis pencemar yang lain (JAS, 2013). Afroz et al. (2003) dan Awang et al. (2000) mendapati PM_{10} merupakan antara pencemar utama yang mempengaruhi kualiti udara di Malaysia.

Secara umumnya, populasi penduduk meningkat dengan pantas di sesuatu kawasan khususnya di kawasan bandar. Faktor utama pertumbuhan populasi yang mendadak ini adalah ekoran daripada perkembangan proses pambandaran dan perindustrian di kawasan tersebut. Dengan itu, masalah pencemaran udara yang sering berlaku sentiasa dikaitkan dengan pengoperasian aktiviti manusia ini. Hal ini kerana, sumber pencemaran utama adalah dipengaruhi oleh faktor kepadatan penduduk, penggunaan tenaga, proses perindustrian dan penggunaan mod pengangkutan. Tambahan pula, dengan peningkatan permintaan terhadap sumber makanan dan barangan oleh penduduk di kawasan bandar akan memberi kesan terhadap perubahan guna tanah seperti penyahutan, peningkatan kawasan tepu bina, pengembangan kawasan bandar dan sebagainya (Shaharuddin, 2012).

Dengan itu, kajian ini dilakukan adalah bagi mengkaji kesan pencemaran habuk (PM_{10}) terhadap kesihatan penduduk di Bandaraya Ipoh, Perak. Kajian ini dilakukan di Bandaraya Ipoh memandangkan kajian mengenainya amat terhad dan kebiasaannya bertumpu di bandar besar terutamanya Kuala Lumpur, Petaling Jaya dan Lembah Klang. Bandaraya Ipoh merupakan bandar yang berkembang pesat dengan aktiviti pambandaran yang banyak melibatkan aktiviti manusia. Kepesatan perkembangan bandar ini berkembang dari fungsi asal kawasan ini sebagai pusat kegiatan perlombongan kepada pusat perindustrian, pengangkutan, perniagaan dan tumpuan penyelidik para akademik.

Masalah habuk di Ipoh

Masalah pencemaran udara bukanlah satu fenomena asing yang berlaku di negara Malaysia. Proses pembangunan yang pesat akan mendorong pembukaan lebih banyak kawasan perindustrian dan perkilangan. Aktiviti pembangunan yang dilakukan adalah seperti pembinaan industri, unit kediaman, perniagaan dan kemudahan pengangkutan seperti pertambahan dan pelebaran lorong untuk memenuhi permintaan dan keperluan penduduk. Kenyataan ini signifikan di kawasan bandar kerana bandaraya dikatakan sumber utama pencemaran udara antropogenik sehingga memberi kesan kepada kualiti udara

tempatan, kawasan dan global (Shaharuddin, 2012). Keadaan akan bertambah teruk jika pencemaran udara yang berlaku ini memberi kesan ke atas kesihatan manusia.

Di Bandaraya Ipoh, aktiviti pembangunan yang di jalankan lebih tertumpu kepada pembangunan bandar dengan kegiatan perindustrian berkaitan simen dan kuari. Kegiatan ini mendorong kepada pelepasan debu-debu halus dan asap yang mencemarkan udara di kawasan berkenaan. Keadaan bertambah teruk apabila terdapat kilang simen dan industri tembikar di beberapa kawasan di Bandaraya Ipoh. Situasi ini mampu mendorong kepada fenomena jerebu yang boleh menjarakkan penglihatan penduduk di sekitar kawasan berdekatan dengan punca bahan pencemar. Hal ini kerana bahan-bahan pencemar seperti habuk, debu dan asap yang dibebaskan akan terampai di atmosfera dan seterusnya meningkatkan tahap kepekatan PM_{10} di sekitar bandaraya dengan wujudnya tiupan angin. Kesannya, kualiti udara di sekitar kawasan tersebut termasuk kawasan perumahan dan kediaman akan terjejas dengan peningkatan tahap kepekatan PM_{10} . Hal ini akan memberi risiko kesihatan berikutan partikulat yang sangat halus terutamanya partikel yang bersaiz kurang daripada 10 mikrometer ini mampu mencapai ke bahagian paru-paru ketika pernafasan dilakukan. Perkara ini akan mewujudkan simptom seperti batuk, sesak nafas dan berkahak kepada penduduk apabila mereka didedahkan dengan keadaan persekitaran tersebut. Oleh itu, masalah pencemaran udara merupakan satu masalah yang perlu ditekankan kerana mampu mendatangkan impak terhadap kesihatan penduduk.

Selain itu, risiko yang tinggi untuk menghadapi masalah pernafasan juga akan dialami penduduk yang tinggal berhampiran dengan kilang simen berbanding penduduk yang tinggal di kawasan yang jaraknya jauh daripada kilang simen. Hal ini demikian kerana, aktiviti perindustrian simen akan membebaskan debu dan partikel yang halus yang mampu mengganggu sistem respiratori manusia. Kesannya, masyarakat mudah mendapat penyakit terutamanya kerosakan pada organ pernafasan seperti paru-paru, jantung, tuberculosis dan hemoptisis seterusnya boleh membawa kepada kematian sekiranya tahap konsentrasi PM_{10} adalah tinggi. Dengan itu, kajian ini akan menilai sejauh mana tahap konsentrasi PM_{10} yang berlaku di Bandaraya Ipoh terhadap kesihatan penduduk di kawasan kajian. Hal ini kerana aktiviti manusia yang terlalu mementingkan pembangunan tanpa menilai impak ke atas kelestarian alam fizikal akan mempengaruhi iklim persekitaran dan akan menjadi isu yang serius yang akan memberi kesan ke atas manusia dalam jangka masa yang panjang.

Zarah terampai merupakan bahan pencemar udara yang paling dominan memberi kemudaratan kesihatan manusia terutamanya terhadap sistem penglihatan dan pernafasan. Di Malaysia data menunjukkan sumber PM_{10} yang utama adalah daripada aktiviti pembangunan tanpa kawalan, perindustrian dan peningkatan jumlah kenderaan bermotor (Jabatan Alam Sekitar, 1995). Kualiti persekitaran perumahan perlu dilihat sama ada ia melampaui sempadan sesebuah kawasan pembangunan perumahan individu. Penelitian harus diberikan kepada persekitaran luaran dalam pembangunan persendirian dan juga kepada persekitaran luarnya supaya pembangunan tersebut berkait rapat dengan persekitaran sekeliling. Manakala pembangunan industri yang berada di lokasi dan kawasan yang sesuai akan memberi kepentingan kepada industri tersebut dan juga pembangunan di sekitarnya. Sekiranya pembangunan industri berada di lokasi yang tidak sesuai khususnya industri berat, ia akan menyumbang risiko kepada pembangunan yang lain seperti pencemaran. Risiko ini akan mengurangkan kualiti persekitaran yang baik di kawasan tersebut yang disebabkan oleh pelepasan bahan-bahan pencemar daripada kenderaan dan aktiviti perindustrian di mana kedua-dua faktor ini menjadi penyumbang utama PM_{10} (Jabatan Alam Sekitar, 1995).

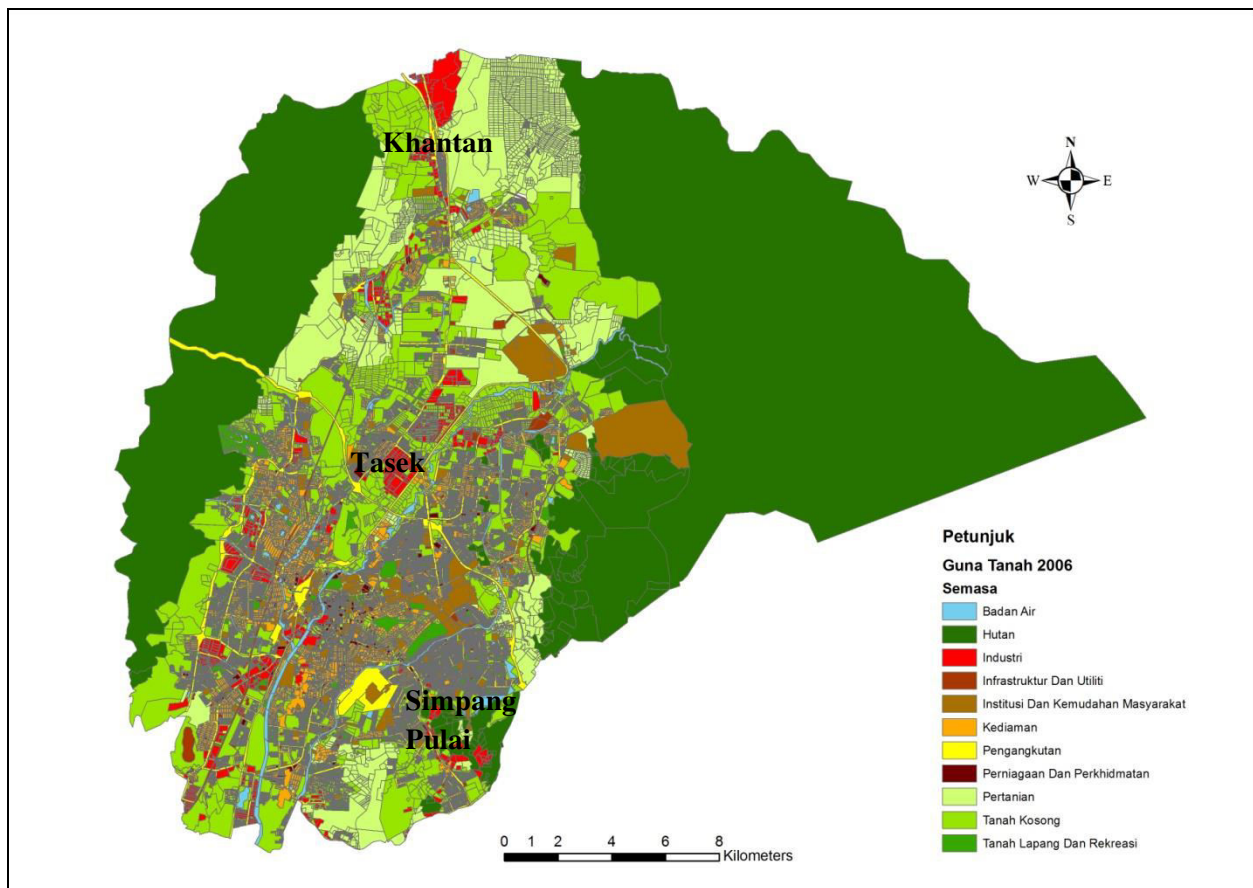
Kawasan perindustrian yang terletak berhampiran dengan kawasan perumahan secara tidak langsung mempengaruhi kemerosotan kualiti udara di kawasan perumahan tersebut (Mastura Mahmud & Nuur Huraizah Abu Hanifah, 2009). Aktiviti perindustrian yang dijalankan juga mempengaruhi pertambahan penggunaan kenderaan bermotor di mana faktor ini juga menjadi penyumbang kepada partikel terampai PM_{10} . Partikel PM_{10} ini boleh memberi kesan kepada kesihatan manusia kerana ianya adalah partikel yang sangat halus dan boleh masuk ke dalam paru-paru melalui proses inhalasi manusia (EPA, 1992). PM_{10} berkeupayaan mengakibatkan impak kesihatan dari segi penyakit pernafasan, terutamanya di kalangan kanak-kanak dan warga tua (Jamal & Zailina, 1994).

Objektif kajian

Antara objektif khusus kajian ini adalah untuk mengenalpasti konsentrasi PM_{10} di Bandaraya Ipoh, menilai taburan konsentrasi PM_{10} kesan daripada kegiatan perindustrian di Bandaraya Ipoh. Hasil dapatan kajian mengenai analisis PM_{10} di kawasan perumahan kejiranan industri di Ipoh ini boleh diguna pakai oleh semua pihak yang berkaitan dalam pengurusan kualiti udara di sesebuah kawasan terutamanya kawasan yang menjadi tumpuan penduduk. Hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan sedikit sumbangan khususnya kepada pihak Jabatan Alam Sekitar (JAS), Majlis Bandaraya Ipoh (MBI) dan juga kepada penduduk setempat.

Kawasan kajian

Kawasan kajian ini melibatkan Bandaraya Ipoh, Perak. Perak merupakan sebuah negeri yang meliputi bentuk muka bumi yang sebahagiannya merupakan dataran tanah tinggi yang menganjur dari utara ke selatan (Banjaran Titiwangsa dan Banjaran Bintang). Kawasan bandaraya Ipoh terletak di dalam Daerah Kinta dan kawasan ini merupakan ibu negeri dan pusat pentadbiran bagi negeri Perak. Di kawasan ini, terdapat beberapa pekan kecil seperti Meru Raya, Simpang Pulai, Chemor, Jelapang, Falim, Menglembu, Tambun dan Tanjung Rambutan (Rajah 1). Namun begitu, kajian hanya difokuskan di tiga lokasi yang meliputi kawasan utara Ipoh iaitu kawasan perindustrian Khantan, kawasan tengah bandaraya Ipoh iaitu



Sumber: Jabatan Perancangan Bandar dan Desa 2007

Rajah 1. Peta guna tanah Bandaraya Ipoh

kawasan perindustrian Tasek dan Selatan Ipoh iaitu kawasan perindustrian Simpang Pulai. Secara taburannya, ketiga-tiga kawasan perindustrian ini mengoperasikan industri berat dan sederhana terutamanya industri tembikar dan simen.

Walaupun kawasan kajian merupakan kawasan bandaraya, didapati guna tanah utama adalah hutan simpan kekal dengan keluasan 30,879.14 hektar iaitu 48 peratus (Perancangan Bandar dan Desa 2001). Namun begitu, dengan kepesatan penduduk yang semakin tinggi dari hari ke hari, proses pembangunan semakin giat berkembang seterusnya menyebabkan corak guna tanah dengan serakan kegiatan perindustrian berhampiran kawasan kediaman. Perkembangan pembangunan perindustrian dan peningkatan dalam penggunaan tenaga menyebabkan tahap pencemaran udara meningkat dengan cepat (Sham, 1979).

Data dan kaedah kajian

Kaedah yang digunakan untuk menghasilkan kajian ini adalah melalui pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan dalam pengumpulan data bagi kajian ini adalah melalui kaedah pemerhatian di kawasan kajian dan data cerapan di stesen kajian (Jadual 1). Kesemua data ini kemudiannya dianalisis secara analisis statistic descriptif. Proses pencerapan PM₁₀ adalah dengan menggunakan sejenis alat pencerap partikel terampai iaitu *Portable Aerosol Spectrometer*. Untuk mendapatkan data di tapak, pendekatan yang digunakan ialah melalui kaedah persampelan iaitu mencerap parameter-parameter pada lokasi yang telah dipilih untuk mengkaji tahap kepekatan PM₁₀ di kawasan perumahan kejiranan industri. Setiap lokasi yang telah dipilih mempunyai bilangan cerapan yang sama. Data-data yang diperolehi dari setiap lokasi akan dibandingkan dan dikaji sama ada jarak memberi pengaruh terhadap kualiti udara.

Pengumpulan data tapak kualiti PM₁₀, suhu, halaju angin dan kelembapan udara dilakukan sebagai bukti dan pemahaman berkaitan tahap kepekatan PM₁₀ yang dialami oleh penduduk di kawasan perumahan berhampiran dengan aktiviti perindustrian. Kepekatan PM₁₀ kawasan kajian diukur dan dibandingkan dengan nilai IPU yang telah ditetapkan oleh JAS bagi melihat tahap kualiti udara kawasan sekitar.

Alat *Portable Aerosol Spectrometer* yang digunakan untuk mengesan partikel terampai PM₁₀. Berikut adalah langkah yang perlu dilakukan dalam mengambil bacaan menggunakan meter aras PM₁₀ dengan menggunakan *Portable Aerosol Spectrometer*. Alatan ini perlu dipasang diletakkan di kawasan yang lebih tinggi dari permukaan tanah, *filter* perlu dipasang dan dimasukkan pada *Sample Injet Portable Aerosol Spectrometer*, seterusnya *Portable Aerosol Spectrometer* perlu diaktifkan dengan menekan butang *ON* sehingga bunyi 'beep'. Setelah diaktifkan bacaan untuk kuasa bateri perlu diteliti untuk memastikan ia tidak mengganggu proses cerapan partikel dilakukan. Kemudian Biarkan alat tersebut di kawasan kajian dan data bacaan akan direkod dan disimpan dalam *memory card*. Bacaan hanya boleh dibaca dan diambil di dalam komputer. Masa cerapan data PM₁₀ diambil pada di setiap stesen cerapan iaitu daripada pukul 7:00 pagi hingga 1:00 pagi. Hal ini adalah bertujuan untuk mengukur konsentrasi PM₁₀ dan pada waktu pagi, tengah hari dan juga petang.

Jadual 1. Stesen cerapan

No. Stesen	Nama Stesen Cerapan	Status Stesen
1	Chemor	Pinggir Bandar
2	Tasek	Pusat Bandar
3	Lahat	Sub Bandar
4	Simpang Pulai	Pinggir Bandar

Sumber: Kajian lapangan, 2015.

Hasil analisis dan perbincangan

Pencerapan PM₁₀ bagi setiap stesen dilakukan dibahagikan kepada 4 fasa masa iaitu pada waktu pagi (07.00-10.00), waktu tengah hari (12.00-15.00), waktu petang (17.00-19.00) dan waktu malam (22.00-01.00). Tujuan dilakukan pencerapan data pada empat waktu demikian dengan tujuan untuk menilai konsentrasi PM₁₀ mengikut masa dan kawasan pusat bandar, sub bandar dan pinggir bandar. tahap konsentrasi PM₁₀ di kawasan tersebut. Data PM₁₀ pada hari tersebut dipersembahkan di Ia bertujuan untuk menilai perbezaan konsentrasi mengikut masa yang berbeza. Secara keseluruhan bagi setiap kawasan dapat dilihat purata (min) kepekatan PM₁₀ pada waktu pagi hingga malam adalah berada pada lingkungan 50 µg/m³ hingga 189.9 µg/m³ (Jadual 2).

Jadual 2. Konsentrasi PM₁₀ mengikut waktu

Lokasi	PM ₁₀ (ug/m ³)			
	Pagi	Tengahari	Petang	Malam
Chemor (Pinggir Bandar)	86.1	90.5	60.3	64.4
Lahat (Sub bandar)	68.6	35.5	69.6	67
Simpang Pulai (Pinggir Bandar)	189.9	79.1	39.4	171.1
Tasek (Pusat Bandar)	72.3	50	68	67.3

Sumber: Kajian Lapangan, 2015.

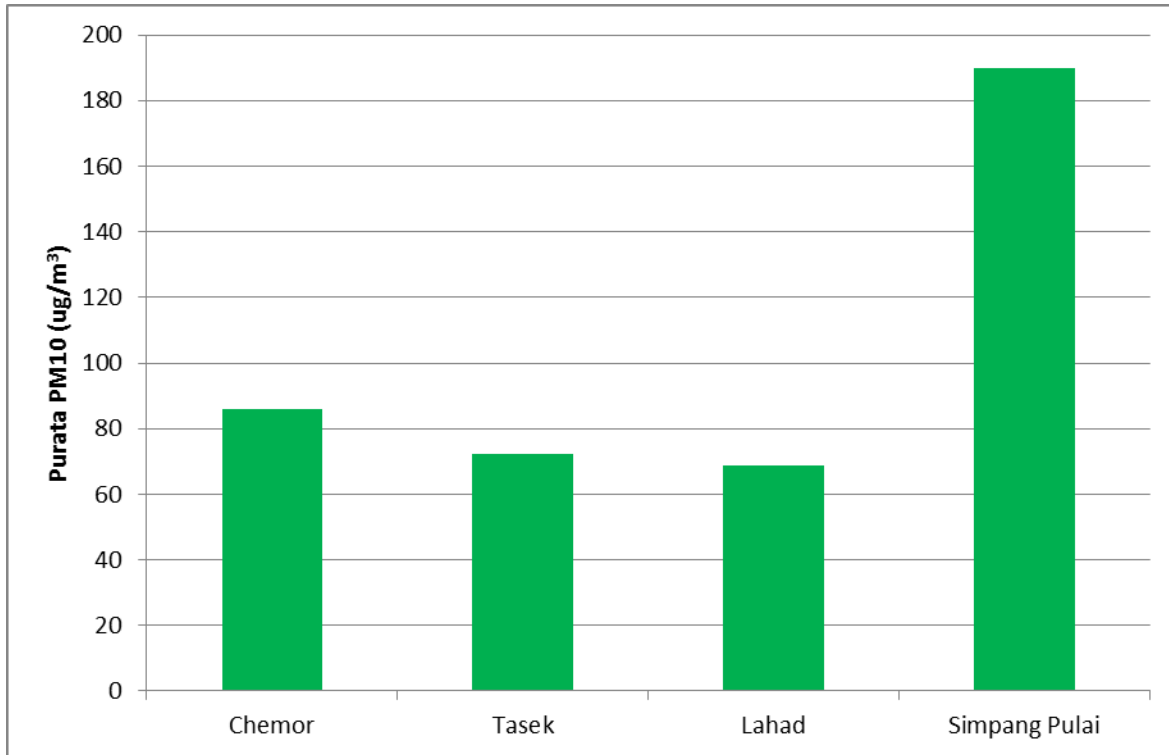
Stesen 1 merupakan stesen kajian yang terletak di kawasan utara bandar raya Ipoh. Kadar konsentrasi PM₁₀ bagi stesen ini pada waktu pagi dan waktu malam berada pada konsentrasi yang tinggi manakala pada waktu tengah hari menunjukkan kepekatan yang rendah. Didapati kadar PM₁₀ menunjukkan berlakunya proses penurunan dan peningkatan konsentrasi PM₁₀ sepanjang hari. Nilai kepekatan PM₁₀ pada waktu pagi menunjukkan bacaan 86.1 µg/m³ dan terus meningkat ke tahap bacaan yang paling tinggi pada hari tersebut iaitu setinggi 90.5 µg/m³. Manakala pada waktu sebelah petang dan malam, bacaan menunjukkan berlaku penurunan iaitu 60.3 µg/m³ dan 64.4 µg/m³. Oleh yang demikian, lokasi stesen di Chemor ini menunjukkan bacaan yang tertinggi pada waktu tengah hari dan terendah pada waktu petang iaitu sebanyak 90.5 µg/m³ dan 60.3 µg/m³ (Jadual 2).

Perbezaan konsentrasi PM₁₀ mengikut lokasi

Pada bahagian ini, kajian akan lebih memperincikan mengenai bacaan konsentrasi PM₁₀ yang terdapat di setiap stesen yang telah ditetapkan di dalam kajian ini. Pengukuran konsentrasi PM₁₀ di setiap stesen diambil untuk dijadikan sampel kajian. Pencerapan PM₁₀ bagi setiap stesen dilakukan sebanyak empat kali sepanjang hari yang sama iaitu pada waktu pagi (07.00-10.00), waktu tengah hari (12.00-15.00), waktu petang (17.00-19.00) dan waktu malam (22.00-01.00) pada lokasi yang berbeza. Terdapat empat lokasi stesen pencerapan data PM₁₀ bagi kajian ini iaitu Chemor (stesen 1), Tasek (stesen 2), Lahat (stesen 3) dan Simpang Pulai (Stesen 4). Secara keseluruhan bagi setiap kawasan dapat dilihat purata (min) kepekatan PM₁₀ pada waktu pagi hingga malam adalah berada pada lingkungan 50 µg/m³ hingga 189.9 µg/m³ (Jadual 2).

Berdasarkan pengukuran konsentrasi PM₁₀ yang diambil di keempat stesen tersebut pada waktu pagi menunjukkan bacaan konsentrasi PM₁₀ pada waktu pagi keempat kawasan ini di antara 189.9 µg/m³ hingga 72.3 µg/m³ (Jadual 2). Bacaan ini menunjukkan konsentrasi PM₁₀ pada waktu pagi adalah berbeza antara satu tempat dengan tempat yang lain. Bacaan pada waktu pagi yang tertinggi direkodkan di kawasan stesen 4 iaitu 189.9 µg/m³ (Rajah 2). Manakala stesen 1, stesen 2 dan stesen 3 masing-masing pada bacaan 86.1 µg/m³, 72.3 µg/m³ dan 68.6 µg/m³. Keadaan persekitaran stesen kajian yang berhampiran dengan kawasan kilang simen dan aktiviti kuari amat mempengaruhi bacaan konsentrasi PM₁₀ kerana terdapat perbezaan antara keempat-empat stesen ini.

Kesimpulannya, keadaan konsentrasi PM_{10} bagi stesen 1, stesen 2, stesen 3 dan stesen 4 adalah berbeza berdasarkan lokasi kajian pada waktu pagi (Rajah 2). Oleh yang demikian, berdasarkan daripada analisis tersebut menunjukkan stesen 4 berada pada bacaan konsentrasi PM_{10} yang sangat tinggi berbanding dengan stesen lain pada waktu pagi. Maka faktor semula jadi dan faktor manusia telah mempengaruhi bacaan PM_{10} pada waktu pagi di kawasan setiap stesen ini.

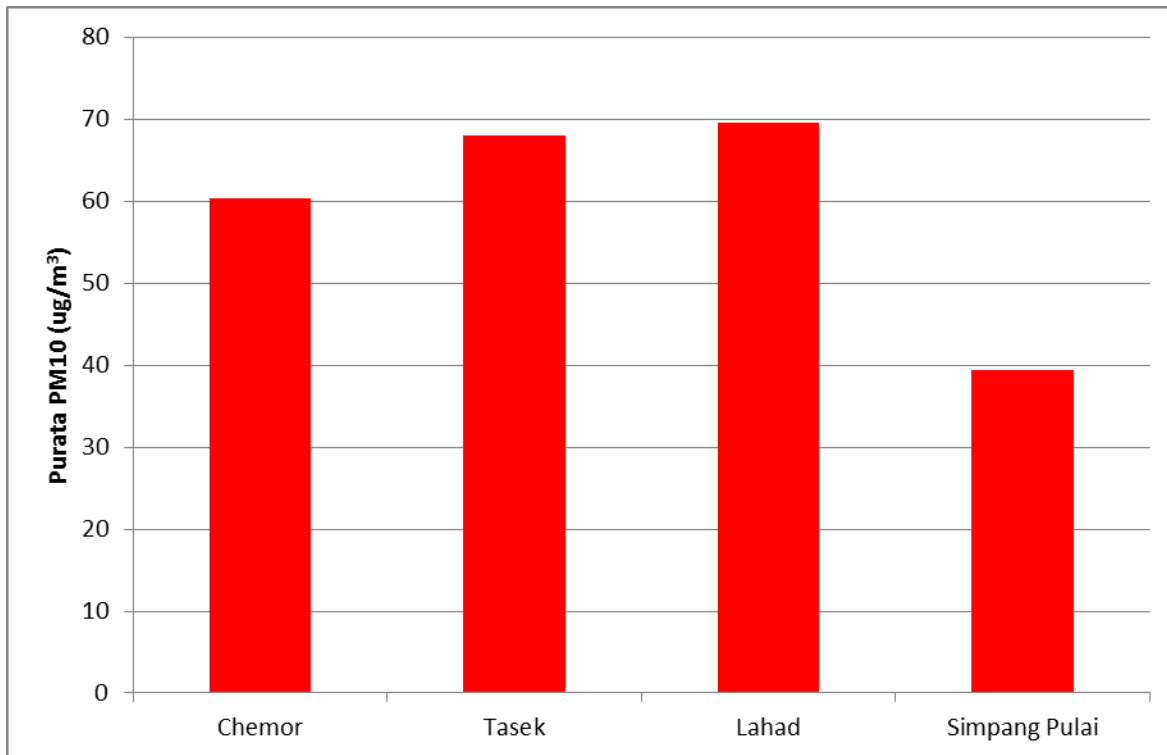


Rajah 2. Konsentarsi PM_{10} waktu pagi

Berdasarkan pengukuran konsentrasi PM_{10} yang diambil di keempat stesen tersebut pada waktu tengah hari menunjukkan bacaan konsentrasi PM_{10} di keempat kawasan ini adalah di antara $90.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hingga $35.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jadual 2). Bacaan ini menunjukkan konsentrasi PM_{10} pada waktu tengahari adalah berbeza antara satu tempat dengan tempat yang lain. Bacaan pada waktu tengahari yang tertinggi direkodkan di kawasan stesen 1 iaitu $90.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Manakala stesen 2, stesen 3 dan stesen 4 masing-masing pada bacaan $50.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $35.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan $79.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Keadaan persekitaran stesen kajian yang berhampiran dengan kawasan kilang simen dan aktiviti kuari amat mempengaruhi bacaan konsentrasi PM_{10} kerana terdapat perbezaan antara keempat-empat stesen ini. Keadaan konsentrasi PM_{10} bagi stesen 1, stesen 2, stesen 3 dan stesen 4 adalah berbeza pada waktu tengah hari. Oleh yang demikian, berdasarkan daripada analisis tersebut menunjukkan stesen 1 berada pada bacaan konsentrasi PM_{10} yang sangat tinggi berbanding dengan stesen lain pada waktu tengahari.

Berdasarkan pengukuran konsentrasi PM_{10} yang diambil di keempat stesen tersebut pada waktu petang menunjukkan bacaan konsentrasi PM_{10} bagi keempat kawasan ini di antara $69.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hingga $39.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jadual 2). Bacaan ini menunjukkan konsentrasi PM_{10} pada waktu petang adalah berbeza antara satu tempat dengan tempat yang lain. Bacaan pada waktu petang yang tertinggi direkodkan di kawasan stesen 3 iaitu $69.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rajah 3). Manakala stesen 1, stesen 2 dan stesen 4 masing-masing pada bacaan $60.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $68.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan $39.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Keadaan persekitaran stesen kajian yang berhampiran dengan kawasan kilang simen dan aktiviti kuari amat mempengaruhi bacaan konsentrasi PM_{10} kerana terdapat perbezaan antara keempat-empat stesen ini.

Keadaan konsentrasi PM_{10} bagi stesen 1, stesen 2, stesen 3 dan stesen 4 adalah berbeza juga pada waktu petang (Rajah 3). Oleh yang demikian, berdasarkan daripada analisis tersebut menunjukkan stesen 3 berada pada bacaan konsentrasi PM_{10} yang sangat tinggi berbanding dengan stesen lain pada waktu petang. Maka faktor semula jadi dan faktor manusia telah mempengaruhi bacaan PM_{10} pada waktu petang di kawasan setiap stesen ini.



Rajah 3. Konsentarsi PM_{10} waktu petang

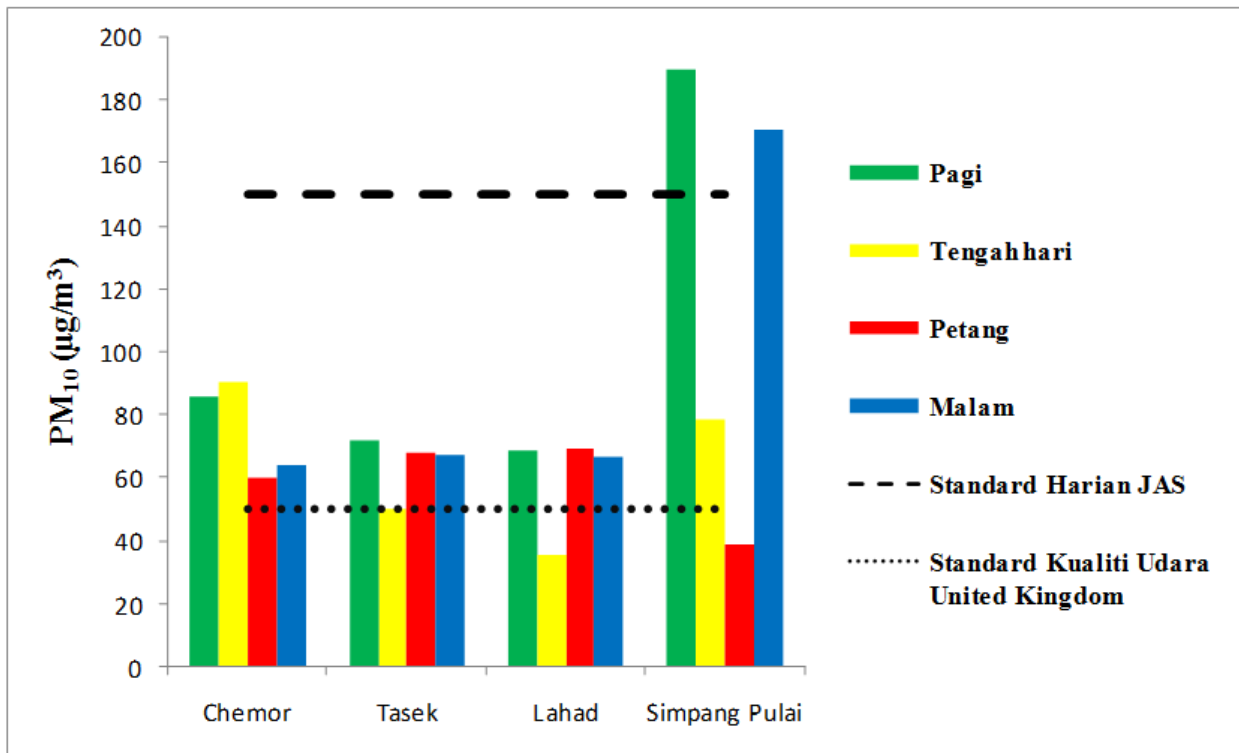
Berdasarkan pengukuran konsentrasi PM_{10} yang diambil di keempat stesen tersebut pada waktu malam menunjukkan bacaan konsentrasi PM_{10} bagi keempat kawasan ini di antara $171.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hingga $64.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jadual 2). Bacaan ini menunjukkan konsentrasi PM_{10} pada waktu malam adalah berbeza antara satu tempat dengan tempat yang lain. Bacaan pada waktu malam yang tertinggi direkodkan di kawasan stesen 4 iaitu $171.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Manakala stesen 1, stesen 2 dan stesen 3 masing-masing pada bacaan $64.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $67.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan $67.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Keadaan persekitaran stesen kajian yang berhampiran dengan kawasan kilang simen dan aktiviti kuari amat mempengaruhi bacaan konsentrasi PM_{10} kerana terdapat perbezaan antara keempat-empat stesen ini. Oleh yang demikian, berdasarkan daripada analisis tersebut menunjukkan stesen 4 berada pada bacaan konsentrasi PM_{10} yang sangat tinggi berbanding dengan stesen lain pada waktu malam. Maka faktor semula jadi dan faktor manusia telah mempengaruhi bacaan PM_{10} pada waktu malam di kawasan setiap stesen ini.

Perbandingan purata PM_{10} harian dengan Garis Panduan Kualiti Udara Malaysia

Bahagian ini akan menunjukkan perbandingan purata kepekatan PM_{10} harian dengan Garis Panduan Kualiti Udara Malaysia (RMAQG) yang ditetapkan oleh JAS. Perbandingan ini dilakukan bagi setiap stesen cerapan di mana nilai purata kepekatan PM_{10} digunakan untuk melihat perbandingan antara kesemua stesen tersebut sama ada kualiti udara di kawasan kajian ini masih dalam keadaan normal atau tidak selamat untuk kesihatan manusia. Hasil dapatan menunjukkan purata kepekatan PM_{10} .

Data konsentrasi PM_{10} yang diceraap dalam tempoh 24 jam di beberapa kawasan kajian yang ditetapkan telah dianalisis bagi meneliti perubahan tahap PM_{10} menggunakan min harian keseluruhan (24 jam). Hasil analisis ditunjukkan dalam bentuk jadual dan graf. Tahap PM_{10} adalah konsisten di bawah paras yang ditetapkan dalam garis panduan kualiti udara yang disyorkan namun terdapat beberapa kawasan yang melebihi tahap yang dibenarkan Jabatan Alam Sekitar, Malaysia. Tahap min harian PM_{10} bagi keempat kawasan ini iaitu antara $60.18 \mu g/m^3$ – $119.88 \mu g/m^3$ namun bagi min PM_{10} mengikut waktu pagi iaitu antara $72.3 \mu g/m^3$ – $189.9 \mu g/m^3$, tengahari iaitu antara $35.5 \mu g/m^3$ – $90.5 \mu g/m^3$, petang iaitu antara $39.4 \mu g/m^3$ – $69.6 \mu g/m^3$ dan waktu malam antara $64.4 \mu g/m^3$ – $171.1 \mu g/m^3$. Kadar konsentrasi ini berbeza-beza kerana faktor manusia yang terdapat pada lokasi kajian. Konsentrasi PM_{10} juga turut dipengaruhi oleh faktor kelajuan angin, suhu udara dan kelembapa bandingan, stabiliti atmosfera dan lain-lain faktor meteorologi (Sham, 1987).

Hasil kajian di Stesen Chemor, Tasek dan Lahad mendapati tahap PM_{10} mematuhi had yang ditetapkan RMAAQG bagi min mengikut waktu (Rajah 1). Manakala Stesen Simpang Pulai berada pada tahap yang tidak baik untuk kesihatan jika di lihat pada waktu pagi dan malam iaitu $189.9 \mu g/m^3$ dan $171.1 \mu g/m^3$ kerana melepasi tahap $150 \mu g/m^3$ yang sesuai untuk manusia. Jika dilihat tahap pencemaran PM_{10} mengikut waktu, waktu yang paling tinggi tahap konsentrasi PM_{10} bagi setiap stesen adalah pada waktu pagi kerana faktor halaju angin yang masih perlahan dan tiada gangguan kepada partikel tersebut untuk ditiup angin dan semakin berselerak. Manakala waktu tengahari menunjukkan konsentrasi PM_{10} amat rendah bagi kawasan Tasek dan Lahad yang mematuhi standard Kualiti Udara United Kingdom iaitu di bawah $50 \mu g/m^3$. Namun di kawasan stesen Chemor dan Simpang Pulai menunjukkan tahap paling rendah konsentrasi PM_{10} pada waktu petang iaitu $60.3 \mu g/m^3$ dan $39.4 \mu g/m^3$. Oleh yang demikian, terdapat perbezaan tahap konsentrasi PM_{10} bagi setiap kawasan pada waktu pagi, tengahari, petang dan malam akibat daripada keadaan alam sekitar fizikal dan aktiviti manusia pada masa tersebut.



Rajah 4. Min konsentrasi PM_{10} mengikut waktu dan kawasan

Hasil kajian bagi min konsentrasi harian pula bagi setiap stesen kajian telah dianalisis bagi melihat sama ada kawasan kajian ini berada pada tahap kualiti udara yang ditetapkan oleh JAS di Malaysia ataupun kualiti udara pada tahap yang tidak baik untuk kesihatan manusia. Konsentrasi PM_{10} bagi keempat stesen kajian iaitu Chemor, Tasek, Lahad dan Simpang Pulai menunjukkan terdapat perbezaan konsentrasi antara satu sama lain atas faktor kedudukan stesen serta akibat daripada aktiviti manusia yang terdapat di kawasan tersebut. Telah pun disenaraikan dalam kajian lepas bahawa siri masa PM_{10} di Malaysia dipengaruhi oleh kelajuan angin, kelembapan, suhu, asap daripada kenderaan dan industri, asap daripada pembakaran bahan api, pembakaran terbuka, kepekatan PM_{10} di masa lepas dan kehadiran bahan pencemar lain seperti NO_2 , SO_2 dan CO (Dominick et al., 2012). Tahap min konsentrasi PM_{10} bagi keempat stesen kajian ini di antara $60.18 \mu g/m^3$ - $119.88 \mu g/m^3$. Umumnya, tahap konsentrasi PM_{10} bagi keempat-empat stesen kajian yang dikaji masih berada di bawah garis panduan yang di tetapkan JAS.

Tahap konsentrasi PM_{10} bagi keempat stesen kajian iaitu Chemor, Tasek, Lahad dan Simpang Pulai berada pada tahap kualiti yang dikeluarkan JAS iaitu masing-masing berada di bawah bacaan $150 \mu g/m^3$ bagi min harian (Rajah 4). Walaupun berada pada tahap yang masih baik namun kawasan Simpang Pulai mencatatkan bacaan konsentrasi PM_{10} yang paling tinggi antara stesen-stesen lain iaitu $119.88 \mu g/m^3$ manakala kawasan yang paling rendah tahap konsentrasi PM_{10} adalah kawasan Lahad iaitu $60.18 \mu g/m^3$. Kawasan Chemor dan dan Tasek masing mencatatkan bacaan konsentrasi PM_{10} pada bacaan $75.33 \mu g/m^3$ dan $64.40 \mu g/m^3$. Namun demikian, tahap yang ditetapkan bagi tahap min harian PM_{10} selama 24 jam bagi Malaysia adalah masih tinggi berbanding di United Kingdom.

Oleh yang demikian, berdasarkan Standard Kualiti Udara United Kingdom kawasan kajian ini berada pada tahap konsentrasi PM_{10} yang tidak baik kepada kesihatan manusia. Hal ini kerana, Standard Kualiti Udara United Kingdom menetapkan tahap konsentrasi PM_{10} harian adalah pada $50 \mu g/m^3$ dan kebawah namun bacaan konsentrasi harian di empat stesen kajian tersebut berada antara $60.18 \mu g/m^3$ hingga $119.88 \mu g/m^3$ (Rajah 4.10). Oleh yang demikian, hasil kajian ini menunjukkan bahawa setiap stesen kajian yang terdapat di Ipoh ini masih berada pada tahap kualiti yang baik jika mengikut Standard Kualiti Udara JAS namun keempat stesen itu masih berada pada kawasan yang mempunyai kualiti udara yang tidak baik jika mengikut Standard Kualiti Udara United Kingdom.

Kesimpulan

Jelasnya, tahap konsentrasi PM_{10} agak tinggi di beberapa kawasan di Ipoh disebabkan oleh faktor perindustrian berasaskan batu kapur dalam penghasilan simen serta aktiviti kuari yang dilakukan dalam mengeksploitasi sumber semulajadi yang terdapat di kawasan banjaran Titiwangsa tersebut. Walaubagaimanapun, tahap konsentrasi PM_{10} di empat-empat stesen kajian masih berada pada bawah garis panduan Standard Kualiti Udara JAS yang ditetapkan Malaysia. Hal ini kerana, setiap stesen kajian menunjukkan min purata konsentrasi PM_{10} harian berada di bawah $150 \mu g/m^3$ dan menunjukkan tahap perindustrian kuari dan simen di Ipoh masih menepati piawaian yang dibenarkan. Namun, mengikut kualiti udara yang ditetapkan United Kingdom, keadaan konsentrasi PM_{10} di setiap stesen kajian berada pada tahap yang tidak menepati piawaian di United Kingdom kerana telah melebihi $50 \mu g/m^3$ min purata harian.

Proses pembandaran yang pesat melibatkan pelbagai aktiviti pembangunan memerlukan kebijaksanaan semua pihak agar pembangunan yang dilaksanakan menimbangkan pemeliharaan terhadap elemen alam sekitar fizikal bandar dan kualiti hidup masyarakat bandar. Pada hakikatnya, kualiti hidup adalah sesuatu yang relatif iaitu sukar diukur dan berbeza di antara individu dengan individu yang lain. Namun, tahap kesejahteraan dan keselesaan seseorang dalam menjalankan proses kehidupan meliputi aspek persekitaran, pemakanan, pendidikan, kesihatan, perumahan, estetik dan sebagainya menjadi ukuran kepada kualiti hidup setiap manusia. Peningkatan dalam aspek tersebut menunjukkan tahap kualiti hidup masyarakat bertambah baik atau sebaliknya.

Rujukan

- Afroz R, Hassan MN, Ibrahim NA (2003) Review of air pollution and health impacts in Malaysia. *Environmental Research* **92**(2), 71-77.
- Awang M, Jaafar AB, Abdullah AM, Ismail M, Hassan MN, Abdullah R, Johan S, Noor H (2000) Air quality in Malaysia: Impacts, management issues and future challenges. *Respirology* **5**, 183-196.
- Dominick D, Latif MT, Juahir H, Aris AZ, Zain SM (2012) An assessment of influence of meteorological factors on PM10 and NO2 at selected stations in Malaysia. *Sustainable Environment Research* **22**(5), 305-315.
- Environment Protection Agency (EPA) (1992) *What You Can Do to Reduce Air Pollution*. EPA Publications, Washington.
- Faridah Mohamad (2003) Pencemaran Udara di Kawasan Perindustrian dan Perumahan di Senai, Johor. (Tesis Ijazah Sarjana Muda). Fakulti Kejuruteraan Awam, Universiti Teknologi Mara. [Tidak Diterbitkan].
- Jabatan Alam Sekitar (1995) *Laporan Kualiti Alam Sekeliling 1994*. Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar, Kuala Lumpur.
- Jabatan Alam Sekitar Malaysia (1995) *Laporan Kualiti Alam Sekeliling 1995*. Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar, Kuala Lumpur.
- Jabatan Alam Sekitar (2014) *Laporan Kualiti Alam Sekeliling 2013*. Jabatan Alam Sekitar, Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar, Kuala Lumpur.
- Jabatan Perancang Bandar dan Desa (2010) *Rancangan Tempatan Majlis Bandar raya Ipoh 2020*. MBI, Ipoh.
- Jamal H, Zailina (1994) Kepekatan Partikel Temafas (PM₁₀) dan Plumbum Temafas dalam Udara Ambien di Kawasan Bandar dan Luar Bandar. *Sains Malaysiana* **31**, 223-239.
- Mastura Mahmud, Iza Hadila Ab Llah (2010) Pencemaran Udara di Bukit Rambai, Melaka sewaktu Peristiwa Jerebu tahun 2005. *Geografia-Malaysian Journal of Society and Space* **6**(3), 30-90.
- Mastura Mahmud, Nuur Huraizah Abu Hanifah (2009) Pencemaran udara berikutan peristiwa jerebu tahun 2005: Kajian kes di Perai, Pulau Pinang, Malaysia. *Geografia-Malaysian Journal of Society and Space* **5**(2), 1 – 15.
- Mohd Talib Latif, Siti Zawiyah Azmi, Auda Syafawati Ismail, Liew Juneng, Abdul Aziz Jemain (2010) Trend and Status of Quality at Three Different Monitoring Stations in the Kalng Valley, Malaysia. *Air Quality, Atmosphere and Health* **3**(1), 53-64.
- Mohd. Talib Latif (1999) *Kualiti udara di kawasan perindustrian Air Keruh Melaka dan Teluk Kalung, Kemaman dan kesannya terhadap kesihatan manusia*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Mohmadisa Hashim, Mohamad Suhaily Yusri Che Ngah (2005) *Pembangunan dan Alam Sekitar di Malaysia*. Universiti Pendidikan Sultan Idris, Tanjung Malim.
- Nor Azam Ramli, Wan Hashim Wan Ibrahim (2003) PM₁₀ Concentration Measurements at Four Selected Sites In Semenanjung Malaysia: A Comparison Between Sites With Different Background. [Cited April 6, 2015]. Available from: http://eprints.usm.my/6907/1/PM_Concentration_measurements_at_four_selected_sites_in_semenanjung_malaysia_a_comparison_between_sites_with_different_background.pdf.
- Shaharuddin Ahmad (2012) *Mikroiklim Bandar; Perkembangan dan Impak Pulau Haba Bandar di Malaysia*. Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Sham Sani (1987) *Urbanization and the atmospheric environment in the low tropics: Experiences from the Kelang Valley Region, Malaysia*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Sham Sani (1979) *Aspect of air pollution climatology in a tropical city. A case of Kuala Lumpur- Petaling Jaya, Area Malaysia*. UKM Press, Bangi.
- Wahidan Wahab (1996) *Kajian Kualiti Udara di Kawasan Perindustrian Pasir Gudang*. Universiti Teknologi Malaysia, Skudai, Johor.