

KAJIAN TERHADAP KUALITI UDARA DI BEBERAPA KAWASAN LUAR BANDAR TERPILIH DI NEGERI JOHOR

STUDY ON AIR QUALITY AT SEVERAL RURAL AREAS SELECTED IN JOHOR

Haryati Shafii¹

Jabatan Pengurusan Pembinaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia.
(Email: haryati@uthm.edu.my)

Nursyikin Miskam²

Jabatan Pengurusan Pembinaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia.
Azrina Md Yassin³
Jabatan Pengurusan Harta Tanah, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia.

(Email: azrina@uthm.edu.my)

Seow Tawee⁴

Jabatan Pengurusan Pembinaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia.
(Email: tawee@uthm.edu.my)

Sharifah Meryam Shareh Musa⁵

Jabatan Pengurusan Pembinaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia
(Email: meryam@uthm.edu.my)

Received date: 14-11-2019

Revised date: 26-11-2019

Accepted date: 27-11-2019

Published date: 10-12-2019

To cite this document: Shafii, H., Miskam, N., Md Yassin, A., Seow, T., & Musa, S. M. S. (2019). Kajian Terhadap Kualiti Udara di Beberapa Kawasan Luar Bandar Terpilih di Negeri Johor. *Journal of Tourism, Hospitality and Environment Management*, 4(17), 11-27.

DOI: 10.35631/JTHEM.417002

Abstrak: Pembangunan pesat yang turut melimpah ke kawasan luar bandar telah menyebabkan kawasan luar bandar di Negeri Johor tidak terkecuali menunjukkan kemerosotan kualiti udara akibat daripada pembangunan. Kawasan kajian ialah di Kampung Paya Pulai, Segamat; Parit Raja, Batu Pahat; Kampung Sri Bahagia, Mersing dan Kampung Pok dan Johor Bahru. Persampelan kualiti udara bagi kajian ini adalah bagi gas pencemar SO₂, NO₂, CO, O₃ dan PM¹⁰ yang memerlukan persampelan selama satu jam. Gas-gas seperti SO₂, NO₂ dan CO₂ dilihat nilai kepekatan kandungan gas dalam udara menerusi alat persampelan kualiti udara YESAIR Model #6000. Manakala persampelan O₃ menerusi alat Ozone Detector. Kedua-dua alat ini adalah mudah alih dan nilai bacaan terus diperolehi selepas cerapan dilakukan di lokasi persampelan kawasan kajian. Manakala PM¹⁰ pula, sampel udara dikumpul menggunakan alat persampel udara E-Sampler Model G2142. Data yang direkodkan akan dipindahkan ke komputer menggunakan aplikasi Terminal Utility Software (TUS) untuk dianalisis. Pencerapan udara telah dijalankan sebanyak tiga kali sehari iaitu pada waktu pagi, tengahari dan malam. Persampelan kualiti udara dilakukan pada dua hari yang berbeza iaitu hari bekerja di Johor

(Isnin-Jumaat) dan tidak bekerja (Sabtu & Ahad). Manakala bagi gas pencemar PM¹⁰ ditentukan dalam tempoh masa 24 jam. Penentuan kualiti udara dirujuk/berpandukan kepada Piawaian Kualiti udara Persekutaran Malaysia, yang dikeluarkan oleh Jabatan Alam sekitar (JAS). Hasil kajian menunjukkan berlaku pencemaran di semua kawasan luar bandar di Negeri Johor. Gas SO₂, dan NO₂ menunjukkan bacaan tertinggi adalah di Parit Raja dengan masing-masing bacaan SO₂ pagi 0.011, tengahari 0.024 dan malam 0.008 ppm, manakala NO₂ pada bacaan pagi 0.009, tengahari 0.011 dan malam 0.005 ppm. Gas utama yang menyumbang kepada pencemaran udara adalah PM¹⁰, CO dan O₃ di semua kawasan kajian. IPU secara puratanya kurang dari bacaan 50 masih lagi dikategorikan sebagai ‘sihat’. Hanya satu stesen yang mencatatkan nilai ‘sederhana’ iaitu di Kampung Paya Pulai, Segamat yang disumbangkan oleh kepekatan PM¹⁰. Diharapkan kajian ini akan menjadi panduan kepada masyarakat dan pihak yang berkepentingan dalam membangunkan kawasan luar bandar dan perlunya mengekalkan kualiti udara di kawasan luar bandar.

Kata Kunci: Kawasan Luar Bandar, Pencemaran Udara, Indeks Pencemaran Udara (IPU)

Abstract: *The rapid development that spill over into rural areas has resulted in rural areas in the State of Johor is no exception showed deterioration of air quality as a result of development. The study area was in Kampung Paya Pulai, Segamat; Parit Raja, Batu Pahat; Kampung Sri Bahagia, Mersing and Kampung Pok and Johor Bahru. Air quality sampling for this study is for gas pollutant SO₂, NO₂, CO, O₃ and PM¹⁰ which requires sampling for one hour. Gases such as SO₂, NO₂ and CO₂ content gas concentration values are seen in air through air quality sampling tool YESAIR Model #6000. While sampling the Ozone O₃ through the tool Detector. These two tools are portable and direct reading of values obtained after the observations made on site sampling study area. While PM¹⁰, the air samples are collected using the tool persampel air G2142 Model E-Sampler. Recorded Data will be transferred to the computer using Terminal Utility Software (TUS) to analyzed. Air observation was carried out three times a day, in the morning, noon and night. Air quality sampling performed on two different days which are business days in Johor (Monday-Friday) and not working (Saturday & Sunday). While for pollutants PM¹⁰ is determined within the last 24 hours. Determination of air quality based on the Standards referenced/air quality environment in Malaysia, issued by the Department of environment (DOE). The results showed pollution occurs in all rural areas in the State of Johor. Gas SO₂, and NO₂ shows the highest reading was in Parit Raja with each recitation of SO₂ am 0.011 0.024 noon and night, 0.008 ppm, while NO₂ at reading in the morning, noon and 0.009 0.011-night 0.005 ppm. The main gas contributing to air pollution is PM₁₀, CO and O₃ in all areas the study. API on average less than 50 reading still categorized as ' healthy '. Only one station that recorded the value of the ' medium ' in Kampung Paya Pulai, Segamat contributed by concentration of PM¹⁰. It is hoped that this study will serve as a guide to community and stakeholders in the development of rural areas and the need to maintain air quality in rural areas.*

Keywords: Rural Areas, Air Pollution, Air Pollution Index (API)

Pengenalan

Di Malaysia prestasi pembangunan ekonomi dipacu oleh pelbagai pelan pembangunan, dan terkini oleh plan transforrmasi telah dilancarkan oleh Perdana Menteri Malaysia pada tahun 2017 yang dikenali sebagai Transformasi Nasional (TN50 [2021-2050]. Perkembangan yang positif dalam pelbagai bidang telah mencorak keadaan ekonomi yang berdaya saing dan

melibatkan skala yang lebih besar iaitu ekonomi kawasan luar bandar itu sendiri (Beck. Et. al. 2005). Pembangunan pesat yang turut melimpah ke kawasan luar bandar telah menyebabkan kawasan ini tidak terkecuali menerima kesan pencemaran alam sekitar seperti pencemaran udara.

Kajian oleh *Asian Development Bank* (ADB), menyatakan ekonomi luar bandar di Asia semakin seiring dengan ekonomi dunia yang pesat, yang mana masyarakatnya berdepan dengan peluang baru serta pelbagai cabaran (Bloom, Craig & Malaney, 2001). Antara peluang adalah kenaikan tingkat pendapatan masyarakat yang mengurangkan kadar kemiskinan luar bandar dan secara langsung berlaku peningkatan dalam kualiti hidup. Di sebalik peluang yang diperolehi, pelbagai cabaran menggugat kestabilan status kualiti hidup masyarakat luar bandar seperti isu berkenaan alam sekitar, perpecahan nilai-nilai tradisional, peningkatan masalah sosial, ancaman kesihatan dan isu pentadbiran. Selain daripada kajian kualiti hidup masyarakat di luar bandar, kajian berkaitan kualiti hidup dalam bangunan turut dilakukan oleh Buyung, M.R. et. al (2018), yang melihat kepentingan tahap keselesaan di kolej kediaman yang turut memberi kesan secara keseluruhan kepada kualiti hidup penghuni.

Di Malaysia, masalah pencemaran udara mula dirasakan sejak tahun 1970-an lagi apabila berkembangnya proses urbanisasi dan perindustrian (Hashim & Suhaily, 2005). Berdasarkan kajian Abdul Rahim et al., (2012), pembangunan dan suntikan modal untuk pembangunan bandar kecil Tanjong Malim salah satunya telah mempengaruhi perkembangan landskap infrastruktur seperti kemudahan jalan raya. Namun demikian, perkembangan dari segi penaiktarafan jalan raya menyebabkan timbul masalah kebisingan trafik. Melalui kajian tersebut, terdapat sesetengah kawasan di bandar kecil tersebut menunjukkan aras kebisingan trafik melebihi piawaian yang ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar iaitu 65 dBA pada waktu siang dan 55 dBA pada waktu malam. Kesan pembangunan yang semakin pesat adalah faktor yang dikenal pasti sebagai penyumbang kepada peningkatan jumlah kenderaan di Tanjong Malim dan seterusnya mewujudkan masalah ini. Keadaan ini sekiranya dibiarkan, mampu menganggu kualiti hidup masyarakat di bandar kecil Tanjong Malim.

Di Malaysia, masalah pencemaran alam sekitar bandar sering berlaku dilaporkan melalui kajian-kajian yang dijalankan oleh jabatan kerajaan berkaitan seperti Jabatan Alam Sekitar melalui laporan tahunannya (1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2002, 2004, 2005 dan 2006) serta kumpulan penyelidik dalam kalangan ahli akademik dan Pertubuhan Bukan Kerajaan (NGO) (Haliza Abd Rahman 2016).

Rostam et al., (2006), dalam kajiannya di bandar kecil Kemaman, Terengganu, menyatakan transformasi pesat akibat perkembangan ekonomi menyebabkan peningkatan taraf hidup masyarakat setempat kerana bertambah baiknya kemudahan sosial, infrastruktur dan ekonomi isi rumah. Walaupun begitu, kualiti persekitaran fizikal kawasan tersebut telah mengalami kemerosotan dari segi kualiti udara, kualiti air serta perubahan dari aspek keselasaan termal.

Kebanyakan kajian sebelum ini banyak menyentuh berkenaan kemerosotan kualiti udara di kawasan bandar. Sebagai contoh, bandar-bandar besar di Malaysia seperti Kuala Lumpur, Johor Bharu, Pulau Pinang dan Seremban menunjukkan pergantungan yang tinggi penduduk kepada kenderaan persendirian seperti motosikal dan kereta akan memberi implikasi yang negatif terhadap penggunaan sumber tenaga, umpamanya fosil yang dibakar oleh enjin kenderaan yang boleh meningkatkan pencemaran udara (Haryati Shafii 2011). Walau bagaimanapun, kajian yang menyentuh berkenaan kualiti udara di kawasan luar bandar agak sedikit dan hanyalah tertumpu kepada bandar kecil, seperti kajian Katiman Rostam et.al (2006),

dan bandar kecil Tajong Malim oleh Abd Rahim Md. Nor et. al (2012). Justeru, kajian ini melihat kupasan berkaitan kualiti udara di kawasan luar bandar dalam penulisan ini, merupakan tepat pada masanya dan merupakan satu kajian yang mengisi kelompongan kajian kualiti udara terutamanya di kawasan luar bandar di Malaysia.

Transformasi pembangunan dan ekonomi bukan sahaja menuntut pembangunan ekonomi, bahkan turut melibatkan pembangunan fizikal di sesebuah kawasan. Perubahan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor iaitu perubahan pola guna tanah, iaitu dari kawasan pertanian kepada kawasan perumahan dan komersil, penebangan pokok, pembersihan kawasan dan penimbusan kawasan berpaya. Pembangunan bukan sahaja memberi impak positif iaitu membawa kemajuan kepada sesebuah kawasan, terutamanya kawasan luar bandar, bahkan turut memberi impak negatif terutamanya kepada alam sekitar dan persekitaran. Justeru, penulisan ini akan mengupas status kualiti udara di kawasan luar bandar yang terpilih di Negeri Johor yang dilihat memberi kesan yang signifikan kepada penduduk akibat daripada aktiviti pembangunan dan ekonomi.

Pencemaran Udara

Transformasi ekonomi yang berlaku, yang meliputi bandar dan luar bandar telah mencetuskan pelbagai kesan dari aspek ekonomi, sosial dan fizikal. Antaranya adalah kewujudan bandar-bandar kecil dan memainkan peranan dalam menyumbang kepada pertumbuhan ekonomi dan pembangunan sosioekonomi untuk kawasan sekitarnya (Nurasyikin Miskam & Haryati Shafii (2014). Kesan perkembangan ekonomi ini telah mewujudkan pembangunan infrastruktur di luar bandar, yang mana pembangunan ini jika tidak dipantau akan menyumbang kepada pencemaran alam sekitar seperti udara, air, bunyi, sampah sarap dan sebagainya.

Secara umumnya, punca pencemaran udara di Malaysia disumbangkan oleh tiga faktor utama iaitu dari kenderaan, industri dan pembakaran. Oleh itu, menurut Jabatan Alam Sekitar Malaysia (JAS) (2015), kualiti udara di negara ini perlu dipantau secara berterusan dan secara manual bagi mengesan sebarang perubahan dalam status kualiti udara yang boleh memberi kemudaratkan kepada kesihatan manusia dan alam sekitar. Pencemaran udara lebih mudah berlaku berbanding bentuk pencemaran yang lain kerana setiap kegiatan yang dilakukan akan mengubah komposisi udara (Haliza Abd Rahman & Rapeah Suppian 2013).

Indeks Pencemaran Udara (IPU) adalah satu penunjuk yang boleh menggambarkan status kualiti udara. Nilai IPU adalah berdasarkan kepada kepekatan purata setiap gas pencemar udara iaitu sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), karbon monoksida (CO), ozon (O₃) dan partikel zarah halus/habuk (PM10). Pencemar udara yang dominan dengan kepekatan tertinggi diambil kira sebagai pencemar yang akan menentukan nilai IPU. IPU adalah nilai indeks yang paling maksimum di antara nilai-nilai indeks setiap parameter yang digelar sub-indeks.

Pencemaran udara ditaktifkan sebagai perubahan yang berlaku kepada udara akibat kehadiran bahan atau komponen asing yang merubah keadaan dan kualiti udara tersebut sehingga menjelaskan fungsinya serta memudaratkan kesihatan manusia, dan hidupan lain serta boleh menjelaskan alam sekitar (Glossary of Meterology) (Rapeah Suppian 2011). Selain itu, pencemaran udara bukan sahaja boleh memudaratkan kesihatan, bahkan apabila keadaan semakin kritikal boleh menjelaskan alam sekitar dan harta benda, contohnya jerebu.

Pencemaran udara boleh mengakibatkan gangguan terhadap saluran pernafasan dan paru-paru. *Emphysema, asthma, chronic bronchitis*, dan juga kanser paru-paru merupakan bukti pencemaran udara boleh mengakibatkan pembekakan radang, salur pernafasan mengecil,

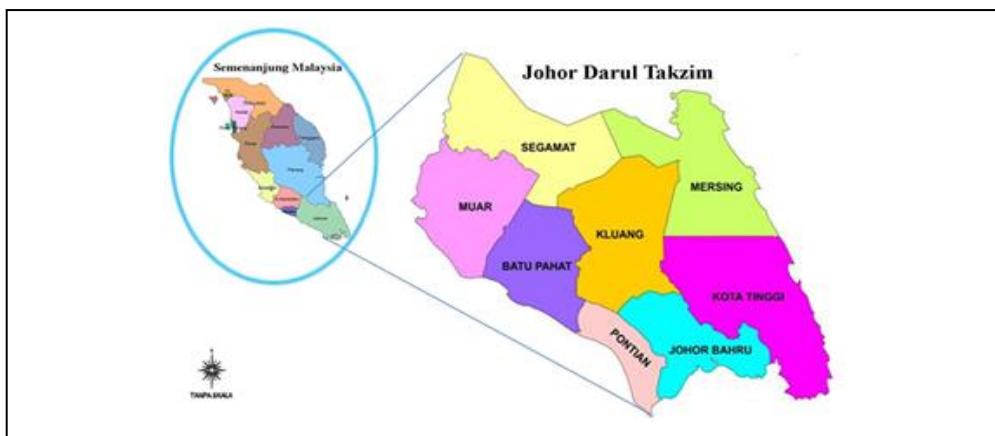
penyakit paru-paru dan pesakit akan mengalami kesukaran bernafas (Jamaluddin Md. Jahi et.al 2011). Pencemaran udara juga boleh mengakibatkan pesakit yang telah sedia ada “penyakit berkaitan paru-paru” akan bertambah kronik.

Kajian oleh Awang dan Sutan Sidi (1999) (Haryati Shafii & Nursyikin Miskam 2017), menyatakan masalah pencemaran udara telah meningkat dari tahun 1997 berbanding tahun 1990 yang berpunca daripada pertambahan bilangan kenderaan bermotor, industri, perubahan guna tanah dan urbanisasi.

Laporan daripada Menteri pengangkutan di Kota Makassar, Indonesia pula, menunjukkan setiap tahun berlaku pertambahan jumlah kenderaan di Makassar dengan peningkatan antara 2-5%. Daripada Januari 2014 misalnya, jumlah kenderaan iaitu motorsikal dan kereta adalah berjumlah lapan ribu hingga sepuluh ribu, iaitu mencapai 70% untuk kenderaan peribadi sedangkan kenderaan umum adalah 30% (Dinas perhubungan 2014). Dengan pertambahan kenderaan bermotor ini turut menyumbang kepada peningkatan pencemaran udara di kota Makassar.

Kawasan Kajian

Dalam kajian ini, kawasan kajian yang dipilih adalah terletak di negeri Johor. Disebabkan negeri Johor mempunyai liputan yang luas dengan lapan buah daerah (Rajah 1), maka skop pemilihan kawasan kajian hanya tertumpu kepada empat bahagian negeri ini yang terletak di kedudukan utara, timur, barat dan selatan negeri Johor.



Rajah 1: Kawasan Kajian Yang Yang Terletak Di Daerah Mersing, Johor Bharu, Batu Pahat Dan Segamat

Sumber: Majlis Daerah Batu Pahat 2011

Nota: Kawasan Kajian= Timur (diwakili Mersing), Selatan (diwakili Johor Bharu), Barat (diwakili Batu Pahat) & Utara (diwakili Segamat)

Pemilihan setiap kawasan kajian tersebut adalah berdasarkan kepada beberapa kriteria seperti lokasi, dasar dan perancangan serta proses pembangunan yang berlaku di setiap kawasan kajian tersebut. Secara terperinci, kawasan kajian mengikut lokasi dan koordinat boleh dirujuk pada jadual 1 dan Rajah 2.

Jadual 1: Lokasi Empat Kawasan Kajian Mengikut Daerah Dan Koordinat

Daerah	Lokasi kajian	Koordinat
Segamat	Kampung Paya Pulai	U2°29'47.24" T102°49'2.82"
Batu Pahat	Parit Raja	U1°51'45" T103°6'25"
Mersing	Kampung Sri Bahagia	U2°26'0" T103°50'0"
Johor Bahru	Kampung Pok	T1°21'47" U103°35'13"

Sumber: Majlis Daerah Batu Pahat 2011

Kerja Lapangan: Kajian Pengukuran

Metodologi Penyelidikan

Kerja lapangan melibatkan beberapa siri pengukuran yang dilakukan untuk mendapatkan status kualiti udara bagi kawasan kajian terpilih. Persampelan dilakukan di stesen yang telah ditetapkan oleh penyelidik mengikut tujuan dan keperluan kajian.



Rajah 2: Lokasi Kawasan Kajian Mengikut Daerah Di Negeri Johor

Sumber: Majlis Daerah Batu Pahat 2011

Persampelan Udara/ Pencerapan Kualiti Udara

Dalam kajian ini, sebanyak lima jenis gas pencemar udara utama yang disenaraikan oleh Jabatan Alam Sekitar Malaysia (JAS) dicerap dan dianalisis bagi mendapatkan nilai Indeks Pencemaran Udara (IPU) merangkumi sulfur dioksida (SO_2), nitrogen dioksida (NO_2), karbon monoksida (CO_2), ozon (O_3) dan partikel zarah halus berdiameter 10 mikron (PM^{10}). Gas-gas seperti SO_2 , NO_2 dan CO_2 dilihat nilai kepekatan kandungan gas dalam udara menerusi alat persampelan kualiti udara YESAIR Model #6000. Manakala persampelan O_3 menerusi alat Ozone Detector. Kedua-dua alat ini adalah mudah alih dan nilai bacaan terus diperolehi selepas

cerapan dilakukan di lokasi persampelan kawasan kajian. Bagi PM¹⁰ pula, sampel udara dikumpul menggunakan alat persampel udara E-Sampler Model G2142. Foto 1 merupakan salah satu stesen persampelan udara menggunakan alat E-Sampler Model G2142.

Alat E-Sampler menggunakan teknologi yang menggabungkan dua ukuran masa nyata dengan ketepatan piawaian kaedah penapis kertas turas yang mana kepekatan zarah halus terus direkod di dalam alat ini tanpa perlu menimbang jisim kertas turas sebelum dan selepas persampelan data. Data yang direkod tersebut kemudiannya dipindah ke komputer menggunakan aplikasi *Terminal Utility Software (TUS)* untuk dianalisis.



Foto 1: Contoh Kaedah Persampelan Udara Menggunakan Alat *E-Sampler* Di Stesen Kampung Pok, Johor Bahru

Sumber: Kerja lapangan 2015

Persampelan kepekatan kesemua gas ini berpandukan kepada urutan kerja yang ditetapkan. Berdasarkan kepada keperluan Piawaian Kualiti Udara Persekutuan Malaysia (MAAQS) (Jadual 2), bahan pencemar yang terlibat perlu diukur pada purata masa yang berbeza-beza seperti yang diperuntukkan oleh *World Health Organization* (2005). Purata masa yang diambil adalah dari 1 hingga 24 jam untuk gas pencemar yang berbeza. Tempoh ini menggambarkan masa di mana kesan kesihatan terjejas disebabkan gas cemar tertentu. Persampelan kualiti udara turut dilakukan pada dua hari berbeza iaitu pada hari bekerja (Isnin- Jumaat) dan hari tidak bekerja (Sabtu & Ahad), mengikut negeri Johor. Jadual 2 menunjukkan Piawaian Kualiti Udara Persekutuan Malaysia yang dikeluarkan oleh Jabatan Alam Sekitar Malaysia (2015), yang menjadi sumber rujukan utama bagi penentuan nilai kualiti udara bagi penyelidikan ini.

Jadual 2: Piawaian Kualiti Udara Persekutaran Malaysia (Jabatan Alam Sekitar Malaysia, 2015)

Pencemar udara	Purata	Garis Panduan Malaysia (kepekatan)	
	Masa	ppm	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
<i>Sulfur dioksida (SO_2)</i>	1 jam	0.13	350
	24 jam	0.04	105
<i>Nitrogen dioksida (NO_2)</i>	1 jam	0.17	320
	24 jam	0.04	10
<i>Karbon monoksida (CO)**</i>	1 jam	30.0	35
	8 jam	9.0	10
<i>Ozon (O_3)</i>	1 jam	0.10	200
	8 jam	0.06	120
<i>Habuk halus (PM_{10})</i>	24 jam	-	150
	12 bulan	-	50

Nota: **(mg/m³).

: Tulisan yang ditebalkan adalah tempoh masa yang digunakan untuk persampelan data udara di lokasi persampelan bagi semua kawasan kajian.

Analisis Kualiti Udara Dan Perbincangan

Dalam konteks menentukan status kualiti udara di kawasan kajian, penilaian terhadap lima parameter kualiti udara dilakukan secara *in-situ* dan dianalisis di makmal berdasarkan piawaian yang ditetapkan untuk menentukan tahap pencemaran udara di semua kawasan kajian. Persampelan kualiti udara bagi gas pencemar yang memerlukan persampelan selama satu jam iaitu SO_2 , NO_2 , CO , dan O_3 . Kajian juga dilakukan sebanyak tiga kali sehari iaitu pada waktu pagi antara jam 7.30 hingga 8.30 pagi, jam 12.30 tengah hari hingga 1.30 petang bagi waktu tengahari dan pada waktu malam iaitu antara jam 7.00 hingga 8.00 malam. Manakala bagi gas pencemar PM_{10} ditentukan dalam tempoh masa 24 jam.

Keputusan Analisis Parameter Sulfur Dioksida (SO_2)

Sulfur dioksida (SO_2) tergolong dalam kumpulan gas sulfur oksida (SO_x) dan boleh larut dengan mudah di dalam air. Ia tidak mempunyai warna, tidak boleh bernyala dan meletus serta mempunyai bau yang kurang menyenangkan (*Oklahoma Department of Environmental Quality*, 2011). Gas SO_2 terbentuk melalui proses antropogenik iaitu daripada loji janakuasa elektrik, penapisan petroleum, pembuatan simen dan peleburan kuprum.

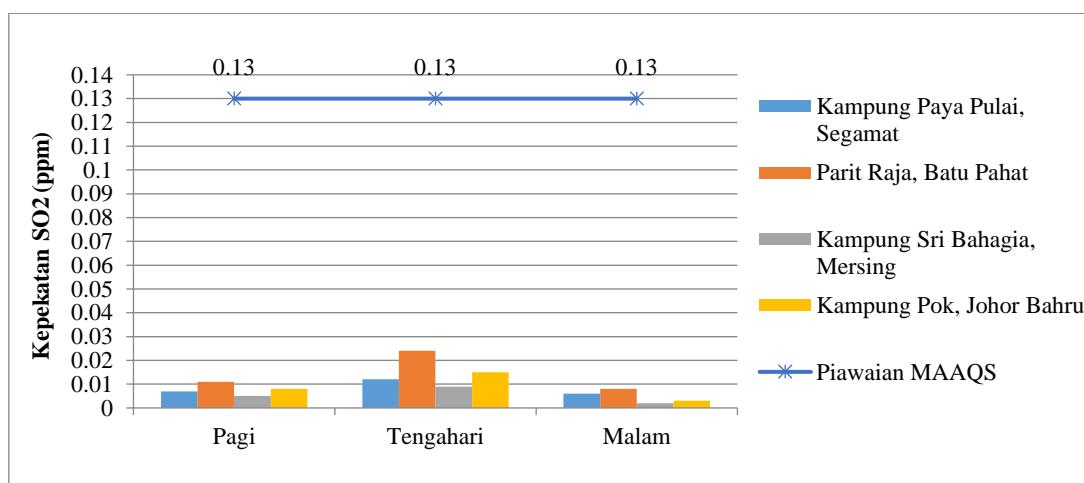
SO_2 merupakan gas yang boleh menyebabkan masalah kesihatan kepada manusia akibat pendedahan yang lama. Gas ini berupaya memberi kesan kepada sistem pernafasan, perubahan dalam sistem ketahanan paru-paru dan gangguan kepada penyakit kardiovaskular yang sedia ada. Selain dari itu, gas pencemar ini turut memberi kesan yang buruk apabila bergabung dengan air yang membentuk hujan asid dan memberi kesan kepada tumbuhan, kehidupan akuatik dan hakisan kepada cat dan bahan binaan yang terdiri daripada logam dan juga konkrit (Rindam, 2010).

Jadual 3 menujukkan purata kadar kepekatan gas sulfur dioksida (SO_2) di keempat-empat kawasan kajian bagi hari bekerja dan pada hari tidak bekerja. Nilai kepekatan SO_2 yang sesuai menurut Piawaian Kualiti Udara Persekutuan (MAAQ) adalah 0.13 ppm bagi tempoh satu jam.

Jadual 3: Purata Data Cerapan Bagi Parameter SO₂ Di Kawasan Kajian

Kawasan kajian	Purata nilai SO ₂ (ppm)		
	Pagi	Tengahari	Malam
Kampung Paya Pulai, Segamat	0.007	0.012	0.006
Parit Raja, Batu Pahat	0.011	0.024	0.008
Kampung Sri Bahagia, Mersing	0.005	0.009	0.002
Kampung Pok, Johor Bahru	0.008	0.015	0.003

Manakala Rajah 3 pula menunjukkan kadar kepekatan purata bagi gas SO₂ di semua stesen persampelan bagi tempoh satu jam tidak melebihi had yang ditetapkan oleh MAAQS iaitu 0.13 ppm. Bacaan kadar kepekatan SO₂ berada dalam julat 0.024 hingga 0.002 ppm dengan bacaan tertinggi dicatatkan di Parit Raja, Batu Pahat pada waktu tengahari. Berdasarkan ujian statistik Anova (satu hala) antara ke semua stesen persampelan menunjukkan bahawa tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara stesen-stesen persampelan ($p>0.005$). Kadar kepekatan SO₂ yang dicatatkan di kawasan kajian adalah hampir sama dan sekata pada masa persampelan yang berbeza. Di kawasan kajian, SO₂ merupakan gas tercemar akibat daripada proses pembakaran bahan api dari kenderaan dan aktiviti perindustrian.



Rajah 3: Perbandingan Kadar Kepekatan SO₂ Dengan MAAQS Di Semua Kawasan Kajian Mengikut Masa (Waktu Tempatan)

Keputusan Analisis Parameter Nitrogen Dioksida (NO₂)

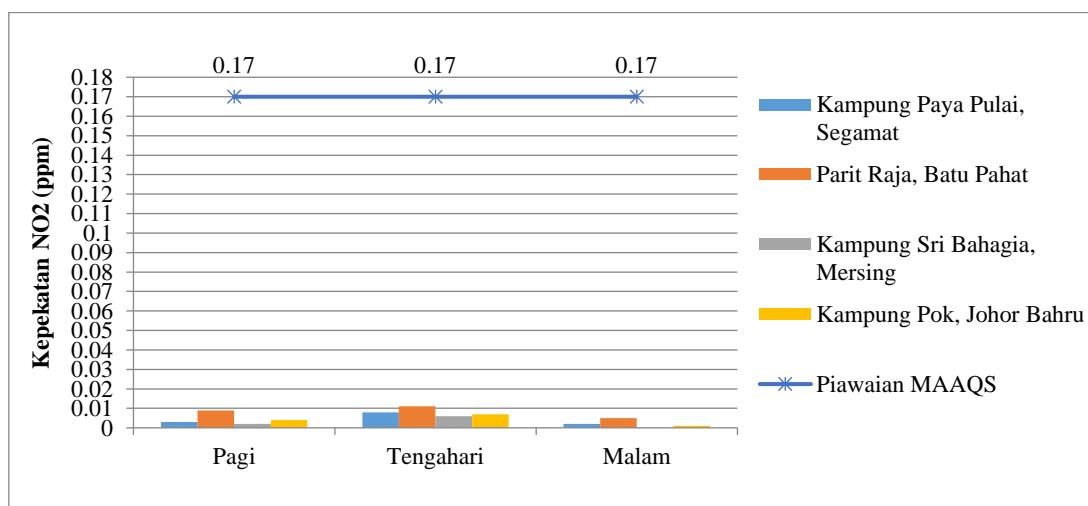
Nitrogen dioksida (NO₂) adalah gas pencemar yang sentiasa ada di kawasan bandar kerana NO₂ terbentuk secara antropogenik seperti pembakaran bahan api pada suhu yang tinggi yang datang dari sumber luaran dan dalaman. Sumber luaran adalah daripada pembakaran enjin kenderaan bermotor, kelengkapan elektrik dan aktiviti perindustrian (*World Health Organization*, 2005). Bagi sumber dalaman, NO₂ datangnya dari dapur gas dan asap rokok (Levy *et al.*, 1998).

Jadual 4 menunjukkan keputusan hasil data persampelan yang dijalankan di kawasan kajian. Kadar kepekatan yang dibenarkan menurut Piawaian Kualiti Udara Persekutuan (MAAQS) bagi NO₂ bagi tempoh persampelan selama satu jam adalah 0.17 ppm.

Jadual 4: Data Cerapan Bagi Parameter NO₂ Di Semua Kawasan Kajian

Kawasan kajian	Purata nilai NO ₂ (ppm)		
	Pagi	Tengahari	Malam
Kampung Paya Pulai, Segamat	0.003	0.008	0.002
Parit Raja, Batu Pahat	0.009	0.011	0.005
Kampung Sri Bahagia, Mersing	0.002	0.006	0.000
Kampung Pok, Johor Bahru	0.004	0.007	0.001

Seperti gas SO₂, gas NO₂ turut terhasil daripada proses pembakaran bahan api dari kenderaan dan aktiviti industri. Hasil kajian mendapati, kadar kepekatan purata gas NO₂ di semua stesen persampelan bagi tempoh satu jam berada dalam julat 0.00 hingga 0.011 ppm. Hasil analisis Anova antara semua stesen menunjukkan terdapat perbezaan yang bererti antara stesen. Merujuk Rajah 4, semua nilai bacaan yang diperolehi jauh tidak melepas had yang diperuntukkan oleh MAAQS. Kepekatan NO₂ didapati mencatatkan kepekatan yang tertinggi pada waktu siang iaitu ketika kenderaan berada pada paras yang maksima. Kawasan Parit Raja memperolehi bacaan tertinggi berbanding kawasan lain.



Rajah 4: Perbandingan Kadar Kepekatan NO₂ Dengan MAAQS Di Semua Kawasan Kajian Mengikut Masa (Waktu Tempatan)

Keputusan Analisis Parameter Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak bewarna pada suhu udara yang normal, tidak berbau, tidak mempunyai rasa (Yahaya & Ramli, 2008) dan menghasilkan gas beracun apabila karbon dalam bahan api tidak dibakar sepenuhnya.

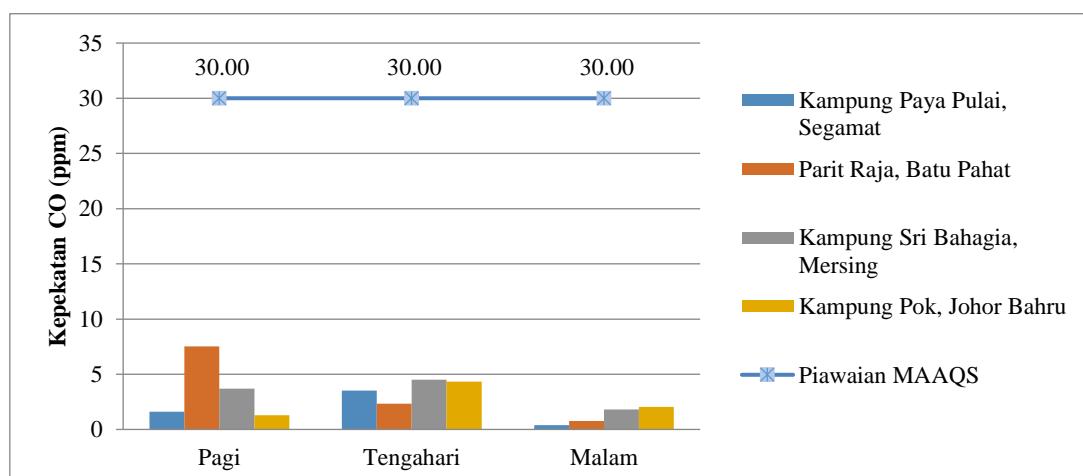
Manakala, sumber utama penghasilan CO secara antropogenik adalah melalui pengeluaran asap kenderaan bermotor (Ibrahim, 2004). Paras CO adalah gas yang membahayakan dan boleh membawa maut jika dihidu dalam suatu jangka masa panjang dengan kadar kepekatan yang melebihi 1000 ppm (Yahaya & Ramli, 2008).

Jadual 5 menunjukkan bacaan kepekatan gas CO di keempat-empat kawasan kajian bagi tempoh satu jam persampelan dan Rajah 5.8-pula memperlihatkan perbandingan dengan piawaian secara graf nilai CO untuk setiap kawasan kajian. Piawaian Kualiti Udara Persekutuan Malaysia (MAAQS) menetapkan kadar kepekatan CO yang dibenarkan adalah 30.0 ppm bagi tempoh satu jam.

Jadual 5: Data Cerapan Bagi Parameter CO Di Semua Kawasan Kajian

Kawasan kajian	Nilai purata CO (ppm)		
	Pagi	Tengahari	Malam
Kampung Paya Pulai, Segamat	1.60	3.51	0.40
Parit Raja, Batu Pahat	7.53	2.33	0.76
Kampung Sri Bahagia, Mersing	3.70	4.50	1.80
Kampung Pok, Johor Bahru	1.30	4.32	2.04

Berdasarkan Rajah 5, kadar kepekatan purata gas CO bagi semua stesen persampelan di semua kawasan kajian dalam tempoh persampelan selama satu jam berada dalam julat 0.58 hingga 7.53 ppm. Ujian Anova (satu hala) antara semua stesen persampelan menunjukkan bahawa tidak terdapat perbezaan yang bererti antara stesen ($p>0.05$). Hasil kajian mendapati, kadar kepekatan CO mencatatkan bacaan yang tinggi pada waktu siang (pagi dan tengahari) berbanding pada waktu malam ekoran kenderaan berkurangan bagi semua kawasan kajian. Sebagai contoh di Parit Raja, Batu Pahat yang mana pola kepekatan CO lebih tinggi pada waktu pagi sama ada pada hari bekerja (7.53 ppm) mahupun pada hujung minggu (6.85 ppm) apabila jalan raya sibuk dengan kenderaan bermotor. Kadar kepekatan CO biasanya dikaitkan dengan pergerakan kenderaan yang perlahan. Walau bagaimanapun, kadar kepekatan yang direkodkan di semua kawasan kajian masih tidak melepas had yang diperuntukkan oleh MAAQS iaitu 30.0 ppm dengan pendedahan selama sejam.



Rajah 5: Perbandingan Kadar Kepekatan CO Dengan MAAQS Di Semua Kawasan Kajian Mengikut Masa (Waktu Tempatan)

Keputusan Analisis Parameter Ozon (O_3)

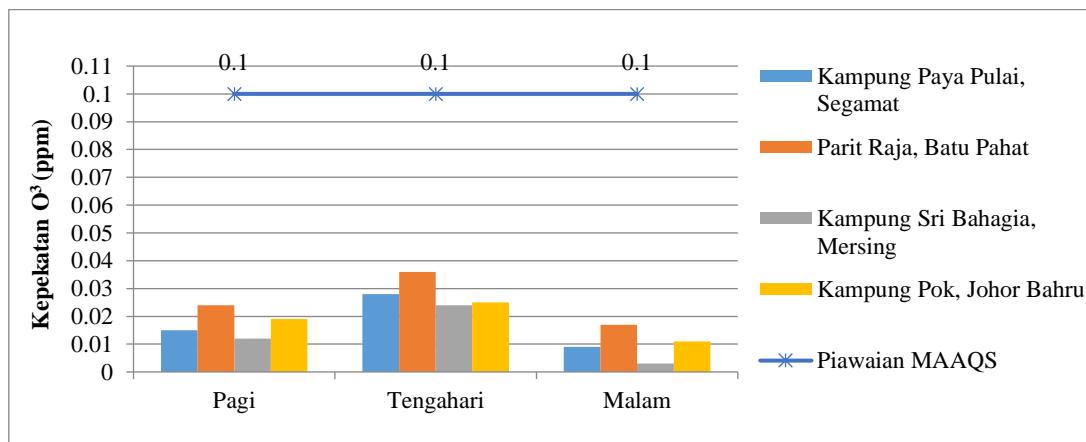
Ozon (O_3) adalah gas yang terdiri daripada gabungan tiga atom oksigen. Kebiasaannya ianya tidak tersebar secara terus ke dalam udara. O_3 terbentuk hasil cahaya matahari dan kepanasan cuaca serta tindak balas kimia di antara nitrogen oksida (NO_x) dengan sebatian organik meruap (VOCs) (Banan *et al.*, 2013; *World Health Organization*, 2006) dari pelepasan kenderaan bermotor dan industri dengan kehadiran cahaya matahari (Song *et al.*, 2011; Chelani, 2013). Lazimnya, kepekatan O_3 menjadi tinggi menjelang lewat tengahari atau pada awal petang. Kehadiran O_3 pada kadar yang tinggi menyebabkan kesan buruk kepada kesihatan manusia seperti masalah pernafasan, asma, radang paru-paru, hidung tersumbat dan jangkitan lain disamping mengurangkan jarak penglihatan manusia (Highfill & Costa, 1995; Ho *et al.*, 2007; Mills *et al.*, 2011).

Jadual 6 menunjukkan bacaan kepekatan gas O₃ di keempat-empat kawasan kajian bagi tempoh satu jam dengan persampelan. Manakala, Rajah 5.9 merupakan graf yang diplot bagi menjelaskan perbandingan dapatan bacaan O₃ dengan piawaian kepekatan menurut Piawaian Kualiti Udara Persekutuan (MAAQS). Nilai kepekatan yang sesuai menurut MAAQS adalah 0.10 ppm bagi tempoh satu jam di semua kawasan kajian.

Jadual 6: Kadar Kepekatan Bagi Parameter O₃ Di Semua Kawasan Kajian

Kawasan kajian	Nilai purata O ₃ (ppm)		
	Pagi	Tengahari	Malam
Kampung Paya Pulai, Segamat	0.015	0.028	0.009
Parit Raja, Batu Pahat	0.024	0.036	0.017
Kampung Sri Bahagia, Mersing	0.012	0.024	0.003
Kampung Pok, Johor Bahru	0.019	0.025	0.011

Merujuk kepada Rajah 6, kadar kepekatan purata gas O₃ di semua stesen dalam tempoh persampelan selama satu jam berada dalam julat 0.003 hingga 0.036 ppm. Walau bagaimanapun, semua nilai yang diperolehi jauh tidak melepas piawaian yang disarankan oleh Jabatan Alam Sekitar iaitu 0.10 ppm. Ujian statistik Anova (satu hala) antara stesen membuktikan tidak terdapat perbezaan yang bererti ($p>0.05$). Kadar kepekatan O₃ tertinggi dicatatkan di Stesen Parit Raja, Batu Pahat pada waktu tengahari iaitu 0.036 ppm, manakala kadar kepekatan O₃ terendah adalah di Kampung Sri Bahagia, Mersing yang dicatatkan pada waktu malam iaitu 0.003 ppm. Kepekatan tertinggi di Parit Raja mungkin disumbangkan oleh bilangan kenderaan bermotor yang jauh lebih tinggi berbanding masa dan kawasan kajian lain.



Rajah 6: Perbandingan Kadar Kepekatan O₃ Dengan MAAQS Di Semua Kawasan Kajian Mengikut Masa (Waktu Tempatan)

Keputusan Analisis Parameter Habuk Halus (PM¹⁰)

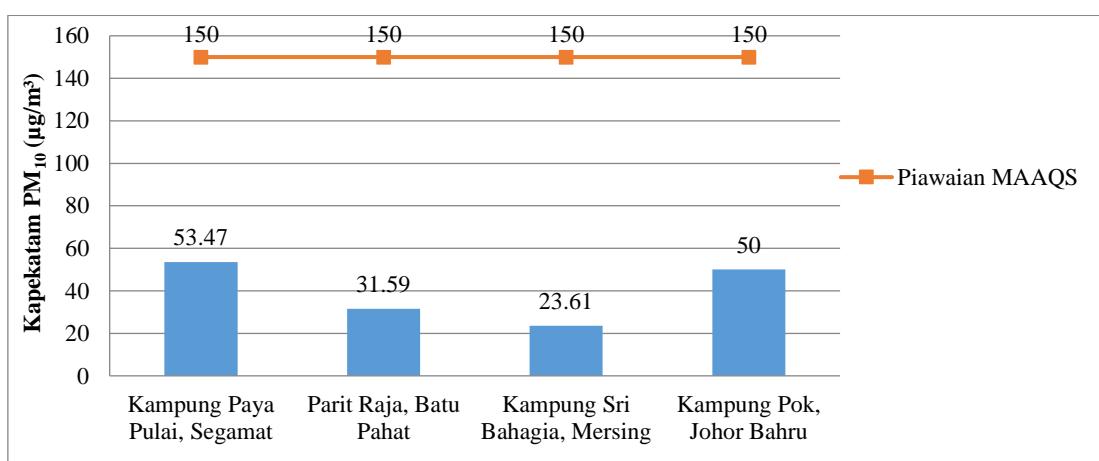
Partikel zarah halus/habuk (PM) adalah campuran kompleks zarah yang sangat kecil dan titisan cecair yang boleh dibahagikan kepada zarah halus dan kasar (Fierro, 2000). Saiz zarah halus adalah kurang daripada 2.5 μm dan zarah kasar adalah lebih daripada 2.5 μm hingga 10 μm . Saiz zarah ini secara langsung dikaitkan dengan potensi individu untuk mendapat masalah kesihatan. *United States of Environmental Protection Agency* (USEPA), memberi perhatian terhadap zarah yang mempunyai 10 mikrometer garis pusat atau lebih kecil kerana kumpulan zarah ini yang biasanya memasuki tekak dan hidung seterusnya ke dalam paru-paru (Deutsch

et al., 2008). Apabila dihidu, zarah ini boleh memberi kesan kepada jantung dan paru-paru dan menyebabkan kesan kesihatan yang serius.

Jadual 7 menunjukkan bacaan kepekatan PM¹⁰ di keempat-empat kawasan kajian bagi tempoh 24 jam dengan pencerapan dilakukan bagi hari bekerja dan pada hujung minggu. Rajah 5.10-pula memperlihatkan perbandingan dengan piawaian secara graf nilai PM₁₀ untuk setiap kawasan kajian. Mengikut Piawaian Kualiti Udara Persekutuan Malaysia (MAAQS), kadar kepekatan yang dibenarkan bagi tempoh pendedahan selama 24 jam adalah 150 µg/m³.

Jadual 7: Kadar Kepekatan Parameter PM¹⁰ Di Semua Kawasan Kajian

Kawasan kajian	Nilai purata PM ¹⁰ (µg/m ³)
Kampung Paya Pulai, Segamat	53.47
Parit Raja, Batu Pahat	31.59
Kampung Sri Bahagia, Mersing	23.61
Kampung Pok, Johor Bahru	50.00



Rajah 7: Perbandingan Kadar Kepekatan PM¹⁰ Dengan MAAQS Di Semua Kawasan Kajian

Status pencemaran udara berdasarkan Indeks Pencemaran Udara

Setelah keputusan bagi setiap parameter gas pencemar diperolehi, maka Indeks Pencemaran Udara (IPU) bagi semua kawasan kajian dikira. Sebelum mendapatkan nilai IPU, pengiraan sub-indeks bagi semua gas pencemar dilakukan berdasarkan nilai kepekatan yang diperolehi dan hasil yang diperolehi akhirnya memberi nilai IPU. Setiap gas pencemar mempunyai rumus pengiraan yang berbeza. Rumusan pengiraan adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 8.

Jadual 8: Rumusan Pengiraan Untuk Mendapatkan Nilai Indeks Pencemaran Udara

Rumus pengiraan sub-indeks bagi sulfur dioksida (SO ₂)	
kepekatan < 0.04 ppm	IPU = kepekatan x 2500
0.04 < kepekatan < 0.3	IPU = 100 + [(kepekatan – 0.04) x 384.61]
0.3 < kepekatan < 0.6	IPU = 200 + [(kepekatan – 0.3) x 333.333]
kepekatan 0.6 ppm	IPU = 300 + [(kepekatan – 0.6) x 500]
Rumus pengiraan sub-indeks bagi nitrogen dioksida (NO ₂)	
kepekatan < 0.17 ppm	IPU = kepekatan x 588.23529
0.17 < kepekatan < 0.6	IPU = 100 + [(kepekatan – 0.17) x 232.56]

0.6 < kepekatan < 1.2	$IPU = 200 + [(kepekatan - 0.6) \times 166.667]$
kepekatan > 1.2 ppm	$IPU = 300 + [(kepekatan - 1.2) \times 250]$
Rumus pengiraan sub-indeks bagi karbon monoksida (CO)	
kepekatan < 9 ppm	$IPU = kepekatan \times 11.11111$
9 < kepekatan < 15	$IPU = 100 + [(kepekatan - 9) \times 16.66667]$
15 < kepekatan 30	$IPU = 200 + [(kepekatan - 15) \times 6.66667]$
Kepekatan > 30 ppm	$IPU = 300 + [(kepekatan - 30) \times 10]$
Rumus pengiraan sub-indeks bagi ozon (O_3)	
kepekatan < 0.2 ppm	$IPU = kepekatan \times 1000$
0.2 < kepekatan < 0.4	$IPU = 200 + [(kepekatan - 0.2) \times 500]$
kepekatan > 0.4 ppm	$IPU = 300 + [(kepekatan - 0.4) \times 1000]$
350 < kepekatan 420	$IPU = 200 + [(kepekatan - 350) \times 1.4286]$
420 < kepekatan < 500	$IPU = 300 + [(kepekatan - 420) \times 1.25]$
kepekatan > 500 $\mu\text{g} / \text{cu.m}$	$IPU = 400 + [kepekatan - 500]$
Rumus pengiraan sub-indeks bagi PM^{10}	
kepekatan < 50 $\mu\text{g} / \text{cu.m}$	$IPU = kepekatan$
50 < kepekatan < 350	$IPU = 50 + [(kepekatan - 50) \times 0.5]$
350 < kepekatan 420	$IPU = 200 + [(kepekatan - 350) \times 1.4286]$
420 < kepekatan < 500	$IPU = 300 + [(kepekatan - 420) \times 1.25]$
kepekatan > 500 $\mu\text{g} / \text{cu.m}$	$IPU = 400 + [kepekatan - 500]$

Sumber: Jabatan Alam Sekitar Malaysia, 2015

Manakala jadual 9 pula menunjukkan hasil pengiraan yang telah dijalankan. Nilai sub-indeks adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 9 dan nilai IPU dapat ditentukan.

Jadual 9: Nilai Indeks Pencemaran Udara Bagi Setiap Parameter Gas Pencemar Di Semua Kawasan Kajian

Lokasi kajian	SO_2	NO_2	CO	O_3	PM^{10}
Kampung Paya Pulai, Segamat	20	10	19	17	57
Parit Raja, Batu Pahat	35	20	39	26	50
Kampung Sri Bahagia, Mersing	12.5	7.5	37	13	24
Kampung Pok, Johor Bahru	22.5	10	28	18	32

Merujuk Jadual 9, julat nilai IPU yang diperolehi sepanjang tempoh kajian adalah antara 7.5 hingga 57 mengikut skala IPU. Nilai bacaan IPU yang tertinggi dicatatkan di Kampung Paya Pulai, Segamat iaitu gas pencemar partikel zarah halus/habuk (PM^{10}) dengan nilai IPU adalah 57 yang berstatus ‘sederhana’ yang mana tidak menimbulkan kesan buruk kepada kesihatan dan orang ramai boleh mengekalkan gaya hidup sihat dengan aktiviti di luar rumah. Bagi paras bacaan nitrogen oksida (SO_2) adalah yang terendah dicatatkan di kampung tersebut berbanding dengan kawasan kajian lain dengan bacaan IPU adalah 10 yang diklasifikasikan sebagai ‘sihat’. Faktor kadar kepekatan PM^{10} yang tinggi di kampung ini dipengaruhi oleh bilangan kenderaan bermotor yang tinggi dan debu jalan berpunca dari keluar masuk lori membawa muatan bahan binaan.

Di Parit Raja, Batu Pahat, bacaan IPU tertinggi direkodkan dari gas pencemar PM^{10} dengan bacaan IPU adalah 50 yang diklasifikasikan sebagai ‘sihat’ iaitu pencemaran berada di tahap rendah tanpa kesan buruk kepada kesihatan. Bagi gas SO_2 , NO_2 dan CO pula, dilihat sebagai bacaan yang tertinggi berbanding kawasan kajian lain dengan bacaan IPU masing-masing

adalah 35, 20 dan 39. Kandungan SO₂, NO₂ dan CO yang tinggi adalah disebabkan oleh faktor kawasan persekitaran yang dikelilingi oleh kilang dan kenderaan yang membebaskan asap ke udara. Namun demikian, ianya masih berada pada paras ‘sihat’ yang mana walaupun terdapat sedikit pencemaran, namun tiada sekatan untuk aktiviti luar kepada orang ramai. Begitu juga dari segi bacaan O₃ iaitu 26 yang dikategorikan sebagai ‘sihat’.

Di Kampung Sri Bahagia, Mersing, indeks CO merupakan parameter pencemar udara yang mencatatkan kepekatan yang tinggi berbanding SO₂, NO₂, O₃ dan PM¹⁰ dengan bacaan IPU adalah 37 dengan status ‘sihat’ Manakala, indeks PM¹⁰ merupakan yang terendah jika dibandingkan dengan tiga kawasan kajian lain dengan nilai IPU adalah 24.

Bagi Kampung Pok, Johor Bahru pula, hasil kajian mendapati gas PM¹⁰ merupakan gas pencemar yang direkodkan tertinggi dengan nilai IPU ialah 32. Walaupun bacaan CO merupakan penyumbang utama kepada pencemaran udara di kampung ini, namun kadar kepekatan gas CO ini masih berada dalam keadaan yang selamat dan tidak membimbangkan. Berdasarkan kepada kriteria Jabatan Alam Sekitar Malaysia, ianya berada dalam kategori ‘sihat’.

Perbincangan

Secara umumnya, kadar pencemaran udara di Kampung Paya Pulai, Segamat, Parit Raja, Batu Pahat, Kampung Sri Bahagia, Mersing dan Kampung Pok, Johor Bahru masih terkawal. Taburan bacaan Indeks Pencemaran Udara (IPU) di kawasan luar bandar ini di berada di bawah nilai yang dibenarkan oleh Jabatan Alam Sekitar Malaysia. Didapati gas pencemar PM¹⁰, CO dan O₃ adalah penyumbang utama kepada pencemaran udara di semua kawasan kajian. IPU secara puratanya kurang dari bacaan 50 dikategorikan sebagai ‘sihat’. Hanya satu stesen yang mencatatkan nilai ‘sederhana’ iaitu di Kampung Paya Pulai, Segamat yang disumbangkan oleh kepekatan PM¹⁰.

Menurut Rindam (2010), zarah halus termasuk debu, jelaga yang merupakan ciri PM¹⁰ terhasil daripada pelbagai sumber pembakaran bahan bakar dari sumber fosil seperti minyak petrol dan diesel oleh kenderaan bermotor, jana kuasa dan proses perindustrian yang menggunakan sumber arang batu. Terdapat juga yang berpunca dari kawasan pembinaan dan aktiviti pertanian (Wilson & Spengler, 1996). Manakala, dua pertiga daripada kandungan gas pencemar CO datangnya daripada kenderaan terutamanya di jalan raya (Rindam, 2010). Sekiranya terdapat peningkatan kepekatan PM¹⁰, ianya akan memberikan impak kesihatan yang signifikan terutamanya kepada golongan berisiko termasuklah kanak-kanak, warga tua dan individu yang mempunyai masalah kesihatan berkaitan dengan sistem pernafasan seperti asma, brokitis, pneumoia dan emphisema.

Walaupun kualiti udara di kawasan luar bandar terpilih di negeri Johor masih berada dalam kategori “sihat” dan “sederhana” (berasaskan rujukan pada IPU JAS), sumber pencemaran gas pencemar PM¹⁰, CO dan O₃ perlu dikawal kerana ia merupakan penyumbang utama kepada pencemaran udara di semua kawasan kajian. Langkah-langkah awal seperti kekerapan pemantauan dari pihak berkuasa perlu dilakukan supaya kualiti udara di kawasan luar bandar tidak bertukar kepada keadaan yang “tidak sihat”.

Oleh yang demikian, penduduk setempat, pengguna jalan raya dan orang awam serta pihak berkuasa disarankan supaya lebih peka dalam mengurus dan menangani masalah berkaitan sumber pencemar udara di peringkat awal. Ia bertujuan supaya pengawalan kualiti udara dapat dikawal walaupun, kawasan luar bandar semakin membangun dengan pesat. Ini bertepatan

dengan saranan penulisan Haliza Abd Rahman (2019), menyatakan alam sekitar mempunyai fungsinya yang tertentu, ia membantu kita untuk meneruskan kelangsungan hidup dalam keadaan sihat dan sejahtera.

Kesimpulan

Secara keseluruhannya, dapat disimpulkan terdapat penurunan kualiti alam sekitar di kawasan luar bandar. Walaupun tidak mencatatkan jumlah kes pencemaran yang tinggi berbanding kawasan luar bandar yang lain, tetapi perhatian perlu diberikan supaya tahap pencemaran tidak menjadi lebih serius. Punca dan kesan yang menyumbang kepada pencemaran perlu dikenal pasti supaya tindakan untuk memulihara dan memelihara dapat dilaksanakan. Asasnya, kemerosotan dan penurunan kualiti alam sekitar akan memberi impak negatif kepada kualiti hidup masyarakat.

Penghargaan

GRANT TIER 1 (Grant Vol: H253), & RMC, UTHM yang membaiyai penyertaan dalam Conference ini.

Rujukan

- Abdul Rahim, L., Hashim, M., Nayan, N. & Che Ngah, M.S.Y. (2012). Aras Pencemaran Bunyi Bising Di Tanjung Malim, Perak. dlm. Hashim, M., Che Ngah, M.S.Y. & Nayan, N (Ed). *Perubahan Persekutaran: Pelbagai Perspektif dan Masalahnya*. Tanjung Malim: Penerbit Jabatan Geografi dan Alam Sekitar Universiti Perguruan Sultan Idris.
- Banan, N., Latif, M.T., Liew, J. & Ahamad, F. (2013). Characterisrics of Surface Ozone Concentrations at Stations woth Different Backgrounds in the Malaysia Peninsular. *Aerosol and Air Quality Research*, 13, 1090-1106.
- Beckley, T. & Burkosky, T.M. (1999). *Social Indicator Approaches to Assessing and Monitoring Forest Community Sustainability*. Canadian Forest Service Northern Forestry Centre Information Report NOR-X-360. Canada:Canadian Forest Service, Edmonton.
- Bloom, E.D., Craig, P.H. & Malaney, P.H. (2001). *The Quality Of Life In Rural Asia*. New York: Oxford University Press.
- Buyung, M.R., Shafii, H., Yusoff, N.A., Buyung, N.R. 2018. Develop the concept of sustainable residential college: Study a room space. 2018 International Journal of Engineering and Technology (UAE) 7(4), pp. 80-85.
- Chelani, A.B. (2012). Study of Extreme CO, NO₂ and O₃ Concentrations at Traffic Site in Delhi: Statistical Persistence Analysis and Source Identification. *Aerosol Air Quality. Researsch*, 13, 377–384.
- Dinas Perhubungan Kota Makassar. (2014). Data Jumlah Kendaraan Bermotor Kota Makassar.Pemerintah Kota Makassar. Makassar.
- Haliza Abd Rahman. 2019. *Anda dan Alam Sekitar*. Serdang. Universiti Putra Malaysia.
- Haliza Abd Rahman. (2016). Degradasi persekitaran bandar dan impak kesihatan. Dlm. Hamidi Ismail & Haryati Shafii. *Habitat manusia dan pengurusannya*. Kuala Lumpur. Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Haliza Abd Rahman & Rapeah Suppian. 2013. *Pencemaran Alam Sekitar dan Kesihatan Awam*. Kuala Lumpur. Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Haryati Shafii & Nursyikin Miskam. (2017). *Transformasi Pekan Parit Raja untuk kesejahteraan hidup masyarakat*. Batu Pahat. Universiti Tun Hussein Onn Malaysia.
- Haryati Shafii. (2011). Pengangkutan di bandar impak terhadap alam sekitar dan kualiti hidup masyarakat di bandar:satu perspektif umum. Dlm.Haryati Shafii & Sharifah Meryam

- Shareh Musa. *Isu-isu kualiti hidup masyarakat di bandar*. Batu Pahat. Universiti Tun Hussein Onn Malaysia.
- Hashim, M. & Che Ngah, M.S. (2005). *Pembangunan dan Alam Sekitar di Malaysia*. Tanjung Malim: Penerbit Universiti Perguruan Sultan Idris.
- Highfill, J.W. & Costa, D.L. (1995). Statistical Response Models for Ozone Exposure: Their Generality When Applied to Human Spiro metric and Animal Permeability Functions of the Lung. *J. Air Waste Manage. Assoc.*, 45, 95–102.
- Ho, W.C., Hartley, W.R., Myers, L., Lin, M.H., Lin, Y.S., Lien, C.H. & Lin, R.S. (2007). Air Pollution, Weather, and Associated Risk Factors Related to Asthma Prevalence and Attack Rate. *Environment Research*, 104, 402–409.
- Jabatan Alam Sekitar Malaysia (2015). Air Pollutant Index. Dicapai pada Januari 12, 2015 dari <http://apims.doe.gov.my/apims/hourly2.php>.
- Jamaluddin Md. Jahi, Mohammad Rizal Razman Kadar Arifi. (2011). Perundangan berkaitan alam sekitar dan kesihatan manusia. Dlm. Haliza Abd Rahman & Rapeah Suppian. *Persekitaran dan Kesihatan Manusia*. Sintok. Universiti Utara Malaysia.
- Mills, G., Hayes, F., Simpson, D., Emberson, L., Norris, D. Harmens, H. & Bucker, P. (2011). Evidence of Widespread Effects of Ozone on Crops and (Semi-) Natural Vegetation in Europe (1990-2006) in Relation to AOT40-and Flux-Based Risk Maps. *Global Change Biology*, 17, 592–613.
- Majlis Daerah Batu Pahat. 2011.
- Nursyikini Miskam & Haryati Shafii. 2014. Transformasi Pembangunan dan Fungsi Pekan Kecil Ke arah Petempatan Bandar. Dlm. *Isu- isu Petempatan Bandar si Malaysia*. Editor Jabil Mapjabil, Mazdi Marzuki & Zikri Muhammad. Batu Pahat. UTHM.
- Rapeah Suppian. (2011). Pencemaran dalam rumah dan kesannya terhadap kesihatan. Dlm. Dlm. Haliza Abd Rahman & Rapeah Suppian. *Persekitaran dan Kesihatan Manusia*. Sintok. Universiti Utara Malaysia.
- Rindam, M. (2010). Pencemaran Udara di Malaysia. dlm. Abdul Rahman, H. & Hashim, R. (Ed). *Pemeliharaan dan Pemuliharaan Alam Sekitar di Malaysia*. Pulau Pinang: Penerbit Universiti Sains Malaysia.
- Rostam, K., Ahmad, A., Mohamad, S., Mat Jali, M.F.& Abdullah, M.A. (2006). *Transformasi Desa Bandar: Koridor Kemaman–Dungun, Terengganu*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Song, F., Shin, J.Y., Atresino, R.J. & Gao, Y. (2011). Relationships Among the Springtime Ground-Level NO_x, O₃ and NO₂ in the Vicinity of Highways in the US East Coast. *Atmos. Pollut. Res.*, 2, 374–383.
- Wilson, R. & Spengler, J. (1996). *Particles in Our Air: Concentrations and Health Effects*. USA: Harvard University Press.
- World Health Organization (2005). *WHO Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide*. Geneva: World Health Organization.
- Yahaya, A.S. & Ramli, N.A. (2008). *Modelling of Carbon Monoxide Concentration in Major Towns in Malaysia: A Case Study In Penang, Kuching and Kuala Lumpur*. Pulau Pinang: Universiti Sains Malaysia.