



Fenomena Pulau Haba Bandar dan isu alam sekitar di Bandaraya Kuala Lumpur

Shaharuddin Ahmad¹, Noorazuan Md. Hashim¹, Yaakob Mohd Jani¹

¹Pusat Pengajian Sosial, Pembangunan dan Persekitaran, Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan,
Universiti Kebangsaan Malaysia

Correspondence: Shaharuddin Ahmad (email: shah@ukm.my)

Abstrak

Pulau Haba Bandar (PHB) bukanlah sesuatu fenomena baru yang wujud dan terbentuk di kebanyakan bandar raya besar di dunia hari ini. Keadaan ini dialami juga oleh kebanyakan bandar-bandar besar di Malaysia sejak beberapa dekad di penghujung kurun yang lalu. PHB boleh didefinisikan sebagai pengaruh morfologi bandar terhadap parameter iklim dan cuaca semula jadi yang wujud di persekitaran bandar. Umumnya, peningkatan suhu dapat diperhatikan berlaku di kawasan-kawasan tepubina di dalam bandar berbanding dengan kawasan-kawasan pinggir dan luar bandar. Kebanyakan kajian membahaskan isu alam sekitar pulau haba bandar ini dengan mengaitkan faktor perkembangan bandar dan perindustrian yang begitu pesat sehingga mampu merubah pola dan trend suhu semula jadi di persekitaran bandar. Justeru, berasaskan pernyataan ini kajian ini cuba menganalisis aspek pola pulau haba bandar yang berlaku di Kuala Lumpur sejak kebelakangan ini. Dengan menggunakan teknik penderiaan jauh, imej satelit landsat TM dan ETM+ serta GIS digunakan bagi mengesan sebarang perubahan pola suhu yang berlaku di Kuala Lumpur mengikut pola gunatanah yang berbeza. Hasil kajian menunjukkan banyak kawasan yang merekodkan suhu sederhana tinggi manakala pola pulau haba bandar direkodkan di kawasan-kawasan seperti Jinjang-Kepong, Segambut-Sentul dan sedikit di sebelah selatan kawasan kajian. Fenomena pulau haba bandar yang dianggap sebagai isu alam sekitar bandar yang unit ini banyak berkait rapat dengan aspek pemuliharaan dan pemeliharaan alam sekitar bandar. Dapat dikatakan, di samping faktor fizikal, faktor manusia juga amat penting dalam menentukan sejauhmanakah sifat kadar intensiti pulau haba bandar.

Katakunci: imej satelit, kadar Bowen, kawasan tepubina, keselesaan terma, Pulau Haba Bandar

The Urban Heat Island phenomenon and the environmental issues of Kuala Lumpur City

Abstract

Urban heat island (UHI) is not a new phenomenon for many of the mega cities in the world today. It is also experienced by most of the big cities in Malaysia since the last few decades. UHI can be defined as the influence of urban morphology upon natural weather and climate parameters within an urban environment. Generally, increased temperatures may be observed at urban built-up areas as compared to urban fringes and rural areas. Most researches of UHI discuss the environmental issues of urban heat island in relation to rapid urban development and industrial factors which tend to alter natural patterns and trends of temperatures within the urban environment. This study analyses some of these aspects of the UHI patterns in Kuala Lumpur in recent years by using remote sensing, TM landsat satellite imaging and ETM+ as well as GIS techniques to detect any temperature pattern changes in Kuala Lumpur, and in accordance with

different landuse sectors. The results demonstrate that there were many areas that had recorded medium high temperatures such as Jinjang-Kepong, Segambut-Sentul and a few other locations at the south of the study area since UHI patterns were detected there. As an urban environmental issue the UHI phenomenon was closely related to aspects of conservation and preservation of the urban environment, which in turn denoted the fact that beside physical factors, human factors were also important in determining the nature of the UHI intensity in the Kuala Lumpur city.

Keywords: Bowen ratio, built-up area, satellite image, thermal comfort, urban environmental issue, Urban Heat Island

Pendahuluan

Pulau Haba Bandar (PHB) merujuk kepada fenomena mikroiklim bandar yang mempunyai purata suhu lebih panas berbanding dengan kawasan pinggir dan luar bandar yang disebabkan oleh pelbagai sifat dan bentuk permukaan bandar. Fenomena PHB ini mula dikesan oleh ahli meteorologi kira-kira satu setengah kurun yang lalu (Howard, 1833). Oleh itu, ciri mikroiklim bandar yang baru, malahan pembentukan fenomena ini sejajar dengan meningkatnya urbanisasi (Moran & Morgan, 1997), termasuklah di Malaysia. Intensiti atau kepekatan PHB menjadi bertambah ketara apabila perkembangan bandar bergabung dengan perkembangan perindustrian yang berlaku di kawasan atau berhampiran bandar besar.

Di Malaysia, kajian berhubung dengan PHB ini pernah dilakukan oleh beberapa orang penyelidik termasuklah kajian di sekitar Kuala Lumpur oleh Sham (1973), Jamaluddin Jahi (1974) dan Shahrudin (1992), di sekitar Pulau Pinang oleh Lim (1980) dan Sin & Chan (2004), di beberapa daerah di Selangor (Shahrudin & Noorazuan 2006, 2007) dan di Johor Bahru oleh Zainab (1980). Umumnya, masalah PHB adalah berpunca daripada sifat permukaan bandar yang kebanyakannya terdiri daripada bahan konkrit atau semen, glas, besi, batu bata, asfalt dan sebagainya yang mempunyai keupayaan mengalirkan tenaga kira-kira tiga kali ganda melebihi daripada permukaan tanah berpasir lembap yang banyak terdapat di sekitar pinggir dan luar bandar. Kesannya, suhu di persekitaran bandar lebih panas berbanding dengan kawasan sekitarnya. Keadaan lebih ketara di waktu tengah hari dan petang manakala di waktu malamnya pula, bahan yang menyimpan haba tersebut mampu mengeluarkan haba pendamnya ke atmosfera dan dengan itu meningkatkan suhu minimum persekitaran bandar melebihi daripada kawasan pinggir bandar yang rata-rata di penuhi dengan kawasan hijau (Christopherson, 1977).

Fenomena PHB menjadi bertambah serius apabila angin pada skala sinoptik menjadi lemah dan tidak mampu menghapuskan bahan pencemaran di atmosfera bandar. Selain itu, nilai albedo permukaan bandar adalah rendah dan ini menyebabkan nilai net bahangan yang tinggi. Bagaimanapun, permukaan bandar menggunakan lebih daripada 70% tenaga tersimpan tersebut sebagai haba rasa berbanding dengan kawasan bukan bersifat bandar.

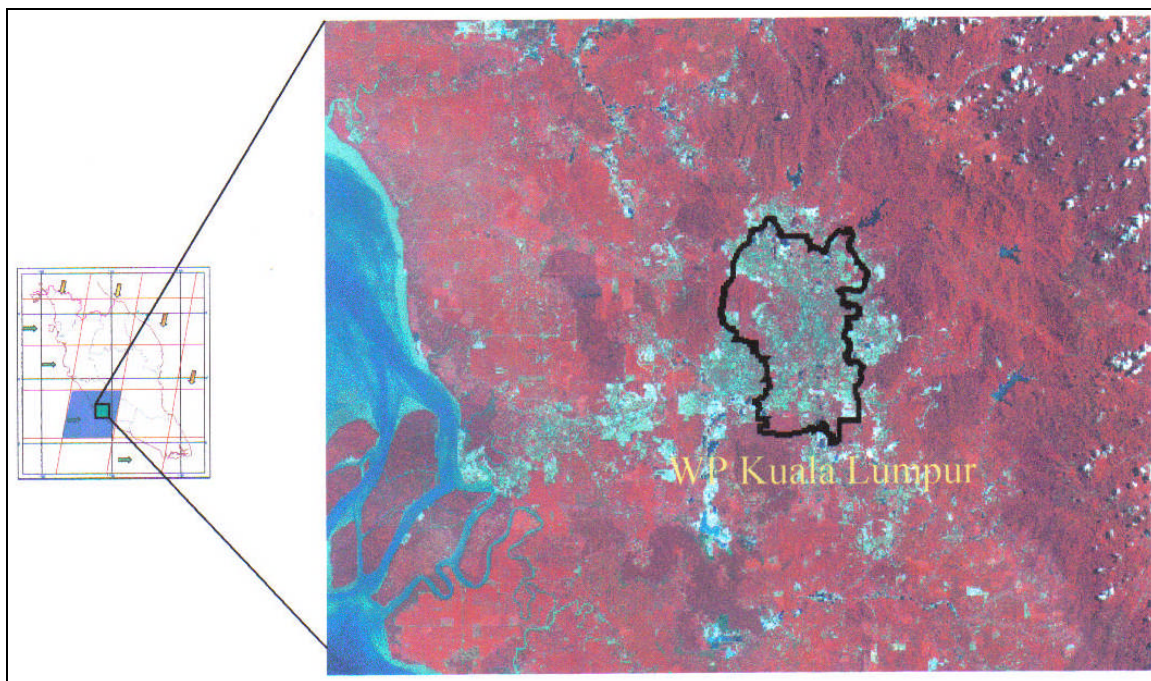
Pembentukan PHB dikaitkan juga dengan sifat geometri bandar yang tidak seragam serta aktiviti manusia di kawasan bandar (Johansson, 2006). Sifat sedemikian ini mampu memerangkap haba dan menghalang penyebaran dan pembebasan bahan pencemaran keluar daripada atmosfera bandar. Justeru, menjadikan atmosfera bandar seperti kubah debu yang memerangkap bahan pencemaran hingga menghalang pembebasan bahangan gelombang panjang ke angkasa lepas. Akibatnya, suhu bandar menjadi lebih panas berbanding dengan kawasan pinggirannya yang mempunyai atmosfera yang lebih 'bersih' dan terbuka.

Sejauh mana benar pelbagai faktor yang telah dinyatakan ini mampu menghasilkan fenomena PHB di sekitar Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur menjadi objektif penting dalam kajian ini. Tumpuan utama kajian adalah melihat taburan pola suhu dan kaitannya dengan pelbagai jenis guna tanah di Kuala Lumpur. Di samping itu, kajian juga cuba mengutarakan beberapa cara bagi mengatasi masalah PHB tersebut.

Kawasan kajian dan metodologi

Rajah 1 menunjukkan satu subset Landsat TM yang merangkumi keseluruhan kawasan Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur. Subset Landsat TM ini diambil pada tahun 1988 (path 127/row58) yang melakukan imbasan secara serentak bagi ketujuh-tujuh gelombang spektrum cahaya. Bagaimanapun, dalam kajian ini gelombang 6 yang mengimbas bahangan (haba) terma inframerah sahaja yang digunakan bagi mengesan perubahan suhu permukaan bandar.

Lazimnya, pemprosesan imej Landsat TM dan ETM melibatkan beberapa prosedur prapemprosesan bertujuan meningkatkan kualiti klasifikasi data input dan juga mengkalibrasikannya ke unit pantulan (Smith et al., 2001). Prapemprosesan imej melibatkan juga 'penghalusan ruangan' atau peningkatan imej data Landsat dengan menggunakan kaedah geometrik dan radiometrik (Jensen, 1996). Sebelum melakukan kerja pengklasifikasian imej, beberapa langkah prapemprosesan perlu dilaksanakan. Sebagai contoh, sebelum menganalisis imej, data yang dideria secara terencil perlu diubahsuai bagi meningkatkan kualiti kebolehintrepretasian. Selain itu, ia juga perlu dibetulkan secara radiometrik dan geometrik. Bagi peningkatan imej pula, penyesuaian perbandingan atau perbezaan imej subset (kaedah kesamarataan histogram) dilakukan dengan menggunakan ERDAS Imagine 8.5 (ERDAS, 1999). Pembetulan radiometrik dan atmosfera adalah perlu kerana kedua-dua imej ini nanti digunakan bagi mengesan perubahan yang berlaku di dalam kawasan bandar.



Rajah 1. Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur sebagai kawasan kajian

Sumber asal imej yang diperoleh daripada Pusat Penderiaan Jauh Malaysia (MACRES) mempunyai atmosfera yang tidak diperbetulkan. Oleh itu, kesan atmosfera perlu diperbetulkan dengan menggunakan masa sebenar sudut ketinggian matahari dan jarak bumi-matahari bagi setiap imej yang diambil dengan menggunakan model ruangan yang dikenali sebagai Model COST. Model ini dimajukan oleh Chavez (1996) dan boleh dimuaturunkan daripada Laman web resmi Geosistem Leica public domain ERDAS http://www2.erdas.com/supportsite/downloads/models/user_models/user_model_2.html dan diaplikasi menggunakan ERDAS Imagine 8.5. Pantulan exo-atmosfera, suhu pada satelit, jumlah

hari Julian, sudut ketinggian matahari dan jarak bumi-matahari bagi setiap imej dijana daripada Markham & Barker (1986), Chengquan et al. (2002), dan Laman web resmi *the Measurement and Instrumental Data Center* (MIDC) (<http://www.nrel.gov.midc>).

Semua gelombang TM dianggap dalam bentuk data 8 bit, dan dengan itu semua maklumat disimpan dalam bentuk digit atau angka (DN) dalam julat antara 0 dengan 255. Kemudian, data ditukarkan ke bahangan menggunakan persamaan linear seperti berikut:

$$CV_R = G(CV_{DN}) + B \quad (1)$$

Di mana:

CV_R adalah nilai sel sebagai bahangan

CV_{DN} adalah nilai sel nombor digit

G yang diperolehi (0.005632156 bagi TM6 dan 0.003705882 bagi ETM+6)

B offset (0.1238 bagi TM6 dan 0.3200 bagi ETM 6)

Dengan menggunakan songsangan persamaan Planck's, nilai bahangan gelombang terma ditukarkan kepada nilai suhu.

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{CV_R} + 1\right)} \quad (2)$$

Di mana:

T adalah suhu dalam darjah Kelvin

CV_R adalah nilai sel bahangan

K_1 adalah pemalar kalibrasi 1 (607.76 bagi TM) dan (666.09 bagi ETM+)

K_2 adalah pemalar kalibrasi 2 (1260.56 bagi TM) dan (1282.71 bagi ETM+)

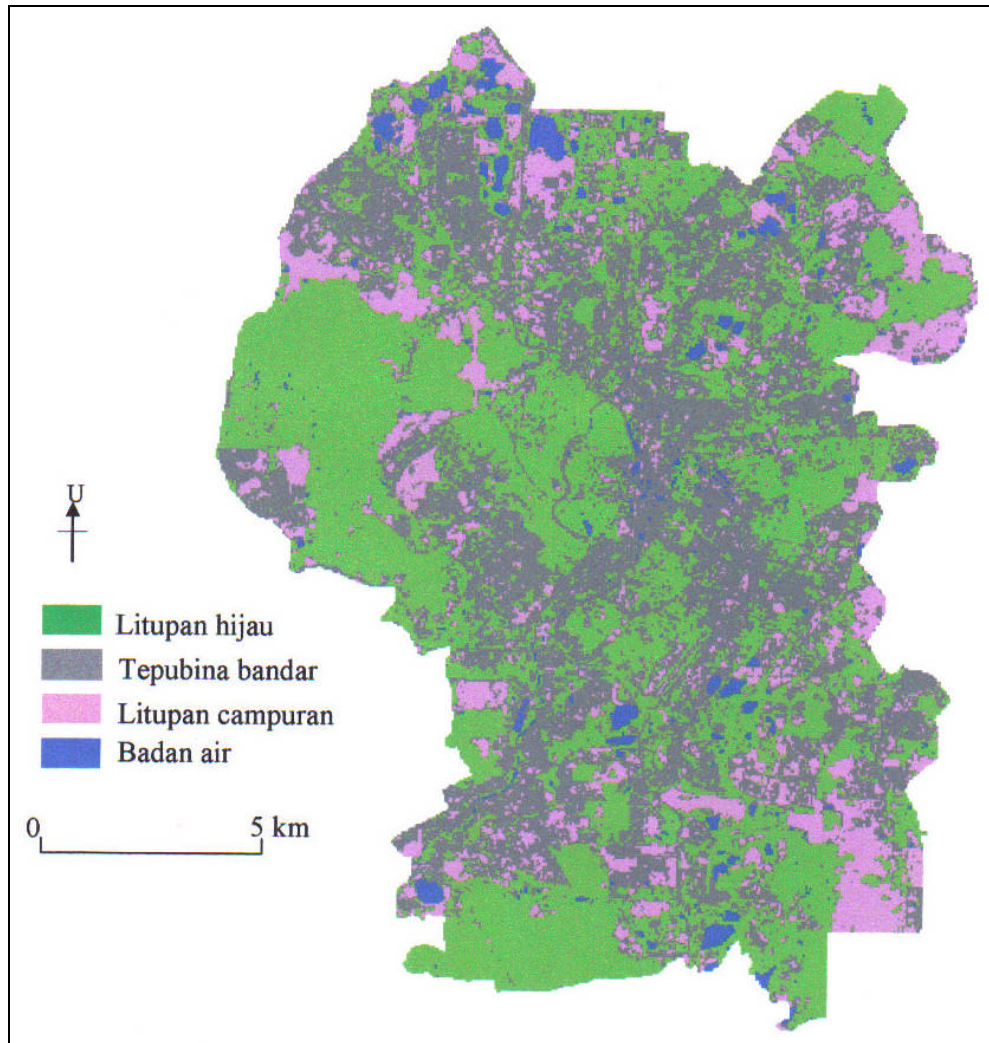
Suhu permukaan bumi dijana daripada TM6 dengan menggunakan model yang telah dimajukan oleh Sobrino, et al (2004) dan Jackson, et al (2004) yang menggunakan emisiviti permukaan spektrum dan nilai NDVI bagi imej-imej tertentu. Selepas melakukan kalibrasi atmosfera dan radiometrik semua imej dipindahkan ke sistem grid dan akhirnya ke GIS ArcView bagi mendapatkan nilai suhu permukaan bumi.

Peta guna tanah/litupan bumi yang dikeluarkan oleh Jabatan Pertanian Malaysia telah digunakan bersama-sama dengan imej *Quick bird image* bagi Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur bagi mengenalpasti jenis litupan bumi. Analisis awal imej berdasarkan *iterative self-organising data analysis (ISODATA) unsupervised classification* telah dilakukan bagi membezakan kluster spektrum yang berkaitan dengan jenis-jenis litupan bumi asas yang terdapat di Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur. Bagaimanapun, dalam kajian ini jenis guna tanah yang terdapat di kawasan kajian telah dikumpulkan kepada hanya empat jenis sahaja iaitu liputan hijau, tepubina bandar, liputan campuran dan kawasan badan air. Tujuan memberi fokus kepada hanya empat jenis guna tanah ini bagi memudahkan mengenalpasti perbezaan suhu permukaan bumi yang terdapat di kawasan kajian. Keempat-empat ciri permukaan ini mempunyai keupayaan menyimpan net bahangan dan pembebasannya yang berbeza (Rajah 2).

Hasil kajian dan perbincangan

Rajah 3 menunjukkan ciri tepu bina kawasan Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur pada tahun 1988 yang telah diasingkan daripada tiga ciri permukaan bandar yang lainnya. Dari sini jelas menunjukkan bahawa nilai peratusan permukaan tepu bandar yang tinggi terdapat di seluruh kawasan kajian. Bagaimanapun, pada tahun 1988 terdapat sejumlah yang agak besar kawasannya masih dikategorikan sebagai kawasan hijau (berwarna putih). Kawasan yang ketara terdapat di

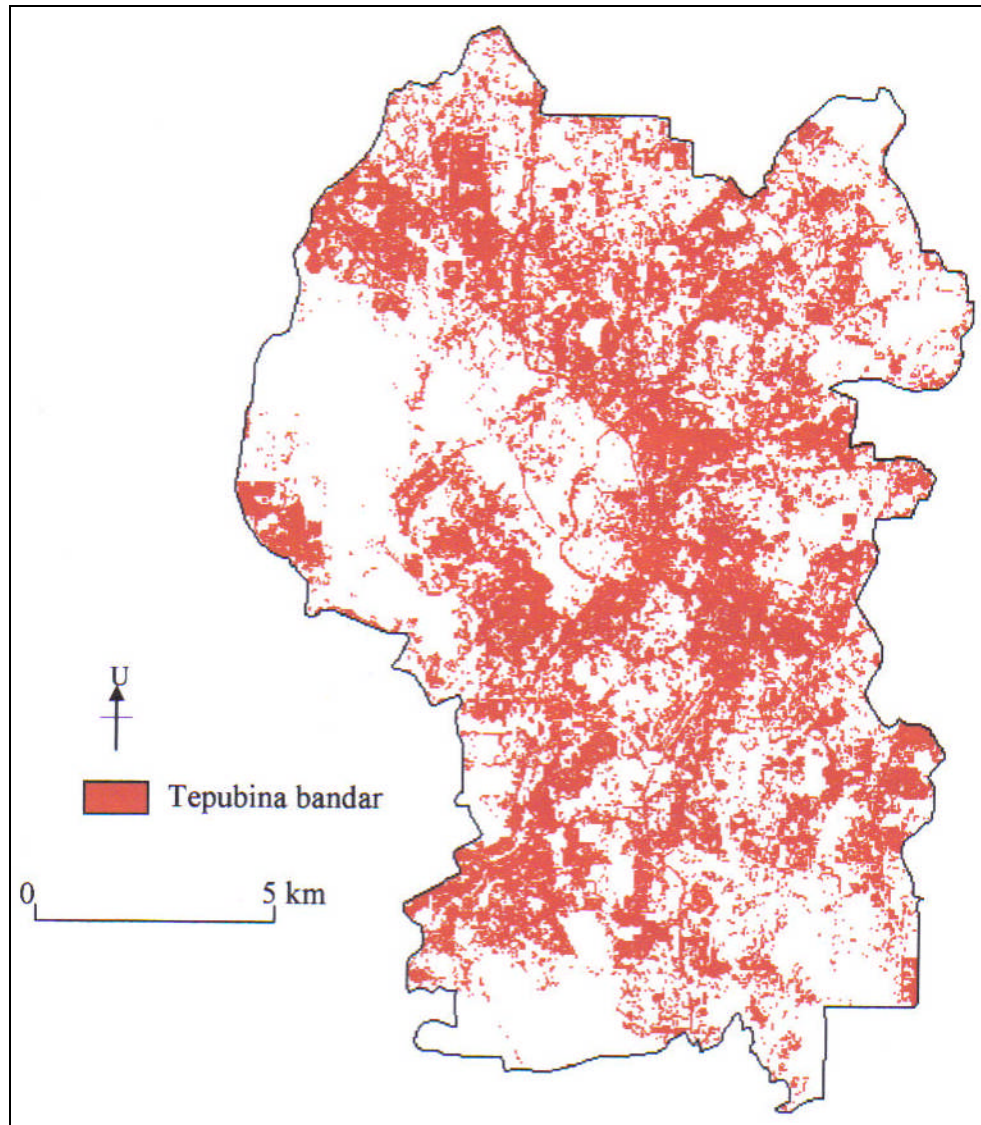
sekitar Unit Perancangan Damansara dan Pencala (kawasan barat), Ulu Kelang (timur laut), Sungai Besi, Bukit Jalil dan Seri Petaling (selatan).



Rajah 2. Guna tanah di Wilayah Persekutuan yang telah dikumpul dan diklasifikasikan kepada empat jenis sahaja

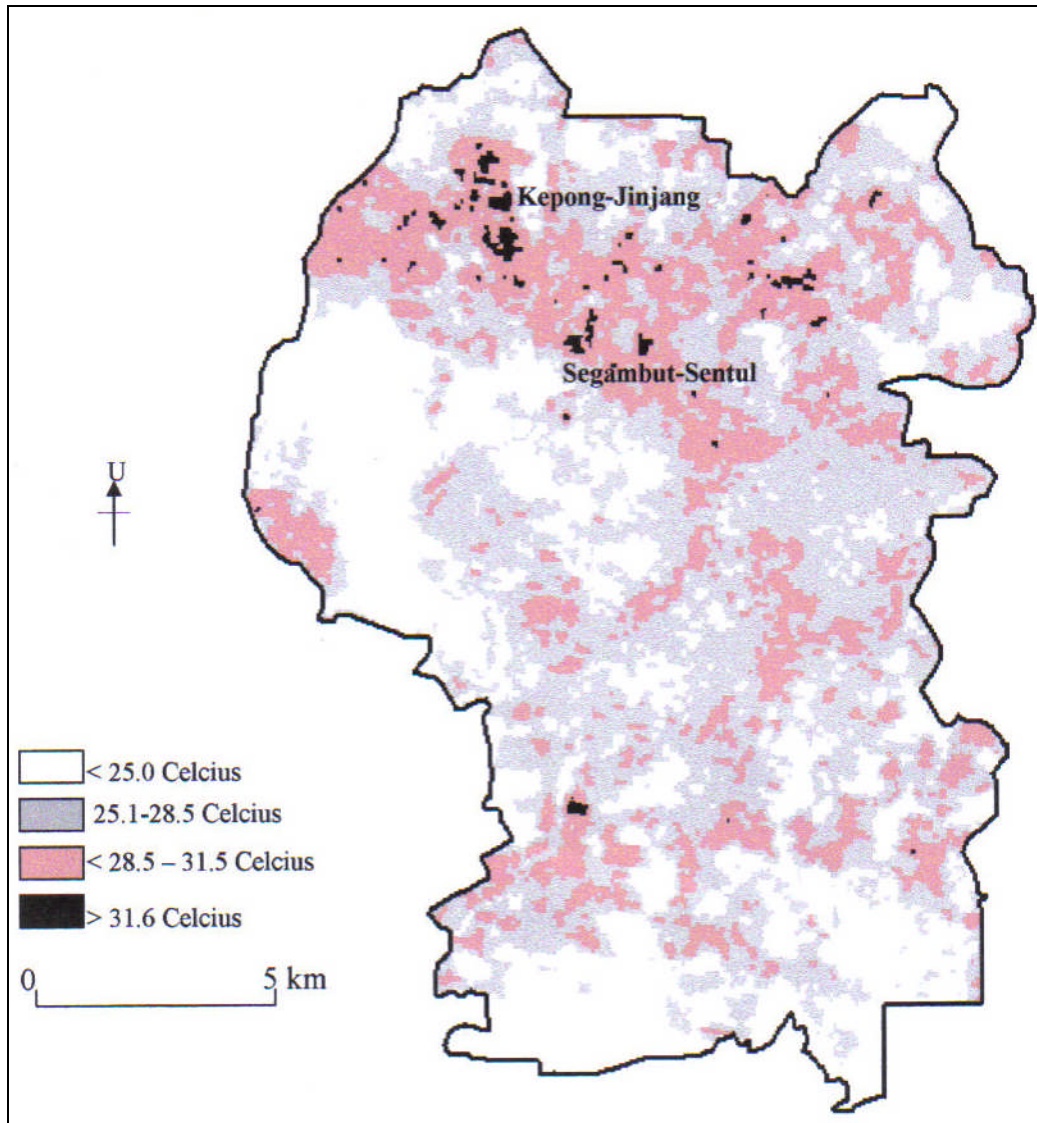
Proses pembangunan bandar dalam tahun-tahun 1980-an masih tertumpu di sekitar pusat bandar dan berkembang hanya beberapa kilometer ke kawasan luarnya. Oleh itu, dalam tahun 1988 ini kawasan-kawasan yang berada di sekitar kurang lebih empat ke lima kilometer daripada pusat bandar masih lagi dianggap pinggir bandar yang rata-rata dipenuhi dengan kawasan hijau.

Selain itu, kawasan-kawasan bukan tepu bina ini mungkin juga terdiri daripada kawasan campuran iaitu mengandungi kawasan separa hijau dan tanah-tanah terbuka selepas berlakunya pembersihan tanah untuk pembangunan. Antara kawasan tersebut terdapat di sekitar berhampiran pusat bandar yang sedang dalam proses pembangunan yang pesat seperti projek perumahan dan kompleks bandar baru.



Rajah 3. Kawasan tepu bina di Wilayah Persekutuan pada tahun 1988

Pola tepu bina bandar dan pola-pola guna tanah yang lain kemudiannya dikaitkan pula dengan taburan suhu permukaan di kawasan kajian. Pola taburan suhu kesemua guna tanah tersebut dapat di lihat pada Rajah 4. Taburan suhu mengikut pola guna tanah di kawasan kajian dapat diklasifikasikan kepada empat kategori iaitu $> 32^{\circ}\text{C}$, $29^{\circ}\text{-}32^{\circ}\text{C}$, $25^{\circ}\text{-}31^{\circ}\text{C}$ dan $< 25^{\circ}\text{C}$. Pada umumnya, kebanyakan suhu yang dikaitkan dengan kawasan tepu bina berada di sekitar suhu yang sederhana tinggi iaitu $29^{\circ}\text{-}32^{\circ}\text{C}$. Pola suhu sederhana tinggi ini bertaburan hampir di seluruh kawasan kajian dengan tumpuan utama di bahagian utara. Di antara kawasan bersuhu sederhana tinggi ini terdapat kawasan yang mempunyai pola suhu yang lebih tinggi iaitu melebihi daripada 32°C seperti di sekitar bandar Kepong-Jinjang, Segambut-Sentul dan beberapa kawasan bandar di Setapak. Bagaimanapun, terdapat satu kawasan yang lebih panas di sebelah tenggara kawasan kajian iaitu di sekitar bandar Bangsar.



Rajah 4. Taburan suhu di Wilayah Persekutuan mengikut pola guna tanah tahun 1988

Taburan suhu yang lebih sejuk iaitu $< 25^{\circ}\text{C}$ terdapat di kawasan-kawasan yang dikategorikan sebagai pola guna tanah litupan hijau dan kawasan badan air. Kawasan-kawasan bersuhu rendah atau boleh dikatakan sebagai Pulau Sejuk Bandar (PSB) berada di sekitar Unit Perancangan Pencala, Edinburgh (sebelah Barat dan barat laut) dan seluruh kawasan sebelah selatan. Selain itu, kawasan-kawasan yang dikategorikan sebagai kawasan campuran turut merekodkan suhu yang lebih rendah. Ini disebabkan kawasan tersebut terdiri daripada kawasan terbuka, tanah terbiar dan kawasan separa hijau. Sifat kawasan yang sedemikian ini mampu menyimpan air yang tinggi dan dengan itu mempunyai sifat kelembapan tanah yang tinggi. Sifat permukaan yang sedemikian ini mampu merendahkan suhu permukaan dan persekitarannya berbanding dengan permukaan kering dan cerah.

Kawasan yang mempunyai kadar suhu yang tinggi ini mempunyai sifat permukaan yang kering, peratusan aktiviti manusia yang tinggi dan morfologi bangunan yang tidak sekata. Kesemua sifat permukaan ini mampu mengalirkan haba ke dalam bandar pada waktu siang dan membebaskannya pada waktu malam. Keadaan menjadi bertambah serius apabila atmosfera

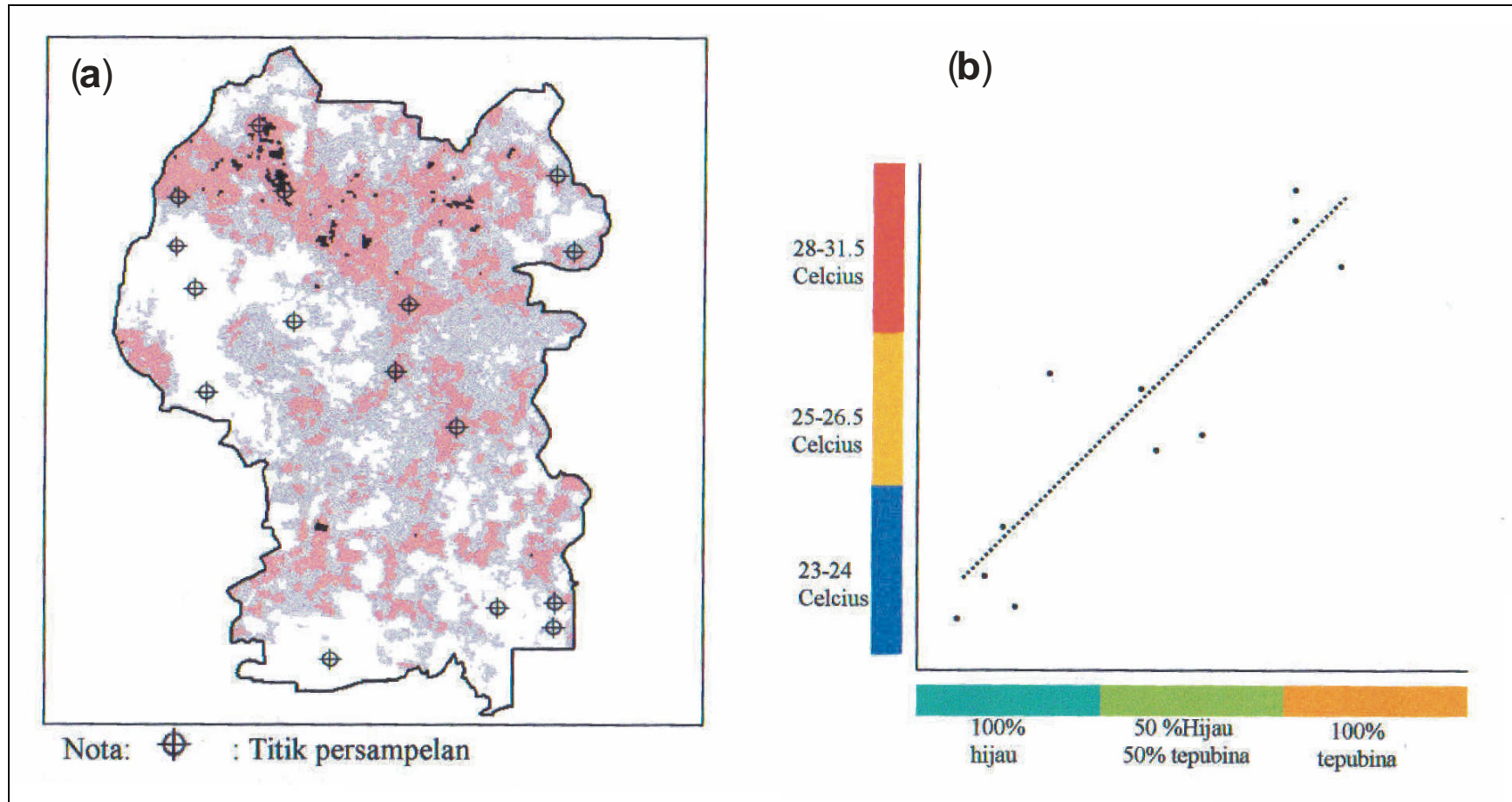
bandar mengandungi peratusan bahan pencemar yang tinggi dan tidak menggalakkan pembebasan haba ke ruang angkasa. Justeru, atmosfera bandar menjadi panas terutamanya pada waktu malam.

Selain daripada itu, lazimnya kadar sejatpeluhan adalah rendah di kawasan persekitaran bandar berbanding dengan kawasan pinggiran dan luar bandar. Keadaan ini berlaku kerana kawasan bandar kekurangan dengan tumbuh-tumbuhan atau kawasan hijau. Selain itu, sistem saliran di dalam bandar yang begitu cekap menyebabkan air hujan tidak bertakung dengan kadar yang lama. Dengan itu, kadar bahangan yang tinggi di kawasan bandar (haba pendam) kurang digunakan bagi menjalankan proses sejatan. Sebaliknya, haba pendam banyak digunakan secara langsung bagi memanaskan permukaan dan secara tidak langsung bagi memanaskan atmosfera bandar. Bagi permukaan yang mempunyai kadar suhu yang lebih rendah dan kandungan air permukaan yang tinggi, seperti kawasan campuran dan badan air, mempunyai kadar penyerapan haba yang lebih tinggi yang mana haba tersebut menjadi haba pemanasan di kawasan tepu bina. Oleh kerana itu, kadar Bowen atau haba rasa berbanding dengan haba pendam adalah lebih tinggi di kawasan bandar berbanding dengan kawasan luar bandar. Sifat kawasan tepu bina yang lebih kering mempunyai kadar Bowen sekitar 2:1 berbanding dengan kawasan-kawasan berair yang mempunyai kadar Bowen 1:10 (Moran & Morgan, 1997).

Seterusnya kaedah statistik iaitu korelasi linear digunakan bagi melihat perkaitan antara pelbagai sifat permukaan bandar dengan pola suhu permukaan di kawasan kajian (Rajah 5). Beberapa titik persampelan diwujudkan di seluruh kawasan kajian dan kemudiannya dikaitkan dengan nilai suhu yang direkodkan di titik tersebut. Analisis korelasi linear menunjukkan sifat perhubungan yang positif antara kedua-dua pemboleh ubah tersebut. Oleh itu, jelas menunjukkan bahawa berlaku peningkatan nilai suhu dengan meningkatnya sifat kekeringan permukaan bandar.

Menangani isu Pulau Haba Bandar

Masalah fenomena Pulau Haba Bandar ini bukanlah sesuatu fenomena mikroiklim bandar yang mudah ditangani sekalipun melibatkan badan-badan kerajaan dan bukan kerajaan. Isu peningkatan suhu bandar yang senonim dengan perkembangan bandar mungkin kurang dirasakan di Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur. Keadaan ini berlaku kerana iklim kawasan kajian adalah iklim tropika atau khatulistiwa yang panas dan hujan sepanjang tahun. Oleh itu, keadaan persekitaran yang sentiasa panas mungkin tidak dirasakan meningkat mengikut masa. Keadaan ini menjadikan seolah-olah peningkatan suhu bukanlah sesuatu yang sedang berlaku di kawasan kajian akibat daripada proses pembangunan setempat, faktor serantau dan juga pemanasan global. Bagaimanapun, berdasarkan kajian ini, dan kajian oleh Shahrudin (2006) didapati peningkatan suhu maksimum dan suhu minimum memang berlaku di seluruh bandar besar di Malaysia dan akan terus berlaku selagi proses pembangunan bandar berlaku. Sebenarnya, peningkatan suhu maksimum dan suhu minimum bandar ini memberi implikasi besar kepada warga kota terutamanya daripada aspek keselesaan terma (Shahrudin, 1997). Justeru, perlu ada langkah yang sesuai dalam menangani masalah ini agar keadaan ketidakselesaan warga kota dapat dikurangkan atau diatasi di masa-masa akan datang.



Rajah 5. (a) Titik persampelan suhu mengikut guna tanah. (b) Korelasi linear antara jenis litupan bumi dengan suhu di Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur pada tahun 1988

Berdasarkan cadangan pengkaji-pengkaji lepas, terdapat beberapa kaedah yang sesuai dilaksanakan. Antara langkah yang perlu termasuklah meningkatkan kawasan hijau atau 'zon penampan' di kawasan bandar (Shaharuddin, 1999; Sin & Chan, 2004). Dengan membanyakkan kawasan hijau bermakna dapat meningkatkan proses sejatan di kawasan bandar dan mengurangkan kadar penyimpanan haba pendam oleh bahan-bahan binaan. Dengan itu, keadaan persekitaran bandar menjadi lebih sejuk apabila kadar kelembapan bandingan lebih tinggi.

Peningkatan suhu bandar sehingga membawa kepada pembentukan PHB boleh juga dikurangkan apabila ditingkatkan kawasan badan air. Peranan badan air dalam mengurangkan suhu bandar pernah dikaji oleh Shaharuddin (1992) di sekitar Kuala Lumpur. Malahan, usaha membanyakkan kawasan pancutan air di kawasan bandar boleh juga mengurangkan kadar suhu yang tinggi. Pancutan air mampu meningkatkan kadar kelembapan bandingan dan dengan itu mengurangkan suhu sekitaran dalam bandar.

Selain itu, perlu dikurangkan penggunaan bahan berbentuk cermin atau yang mampu memantulkan bahangan pada kadar yang tinggi. Ini disebabkan peningkatan pantulan bahangan boleh meningkatkan pembebasan haba ke ruang sekitaran bandar. Dengan itu, boleh meningkatkan kadar suhu bandar sehingga membentuk PHB.

Kebelakangan ini, usaha mengurangkan suhu bandar boleh dilaksanakan dengan menanam pokok di atas bumbung-bumbung bangunan yang rata atau konsep bumbung hijau (Shaharuddin *et al.*, 2006). Dengan cara ini, masalah banjir kilat di kawasan bandar boleh dikurangkan di samping mengurangkan masalah suhu bandar yang tinggi.

Kesimpulan

Sesungguhnya, banyak lagi tindakan yang boleh dilaksanakan bagi mengurangkan masalah PHB di masa hadapan khususnya di Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur. Secara ringkas, usaha mengurangkan masalah PHB boleh dijalankan sekiranya dilaksanakan Penilaian Impak Alam Sekitar (EIA), perancangan guna tanah yang menyeluruh dan teratur serta kawalan pencemaran khususnya udara melalui undang-undang. Bagi membantu melaksanakan ketiga-tiga teras penting ini maka perlulah ada pengawalan dan penilaian, penyelidikan dan latihan serta kesedaran dan sokongan orang awam. Dengan itu, kerjasama antara kerajaan persekutuan dan negeri serta penguasa tempatan amat diperlukan dalam melaksanakan sesuatu perancangan. Pertelagahan dan perselisihan antara satu sama lain boleh menyebabkan ketakberkesannya strategi yang telah digubal dan dicadangkan. Implikasinya, usaha-usaha bagi mengurangkan masalah suhu bandar yang tinggi akan menemui jalan buntu dan berakhir dengan kegagalan.

Rujukan

- Chavez PS Jr (1996) Image-based atmospheric corrections—revisited and revised. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 62 (9), 1025-1036.
- Chengquan Huang, Limin Yang, Collin Homer, Bruce Wylie, James Vogelmann, Thomas DeFelice (2002) *At-satellite reflectance: A first normalization of Landsat 7 ETM+ Images*. US Dept. of Interior, USGS. [online].
- Christopherson RW (1997) *Geosystem. An Introduction to Physical Geography*. Prentice-Hall, New Jersey.
- Howard L (1833) *The climate of London*. Vol. 1-111. London.
- Jamaluddin Md Jahi (1974) *Analisa suhu dan kelembapan banding di Kuala Lumpur dengan tumpuan khas kepada pengaruh pulau haba*. Latihan Ilmiah Sarjanamuda Sastera, Jabatan Geografi, UKM (Tidak diterbitkan).

- Jensen JR (1996) *Introductory digital image processing*, 2nd Ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, pp.318.
- Johnsson E (2006) Influence of urban geometry on outdoor thermal comfort in a hot dry climate: A study in Fez, Morocco. *Building and Environment* **41**, 1326-1338.
- Lim GE (1980) *Pulau Haba Bandar dan aplikasinya terhadap kajian pencemaran udara di Georgetown, Pulau Pinang*. Latihan Ilmiah Sarjanamuda Sastera, Jabatan Geografi, UKM (Tidak diterbitkan).
- Madhavan B, Kubo S, Kurisaki N, Sivakumar T (2001) Appraising the anatomy and spatial growth of the Bangkok Metropolitan area using a vegetation-impervious-soil model through remote sensing. *Int. J. Remote Sensing* **22** (5), 789-806.
- Markam BL, Barker JL (1986) *Landsat MSS and TM post-calibration dynamic ranges, exoatmospheric reflectances and at-satellite temperatures*, EOSAT Landsat Technical Notes, 1, 3-8.
- Moran JM, Morgan MD (1997) *Meteorology. The Atmosphere and the science of weather*. Prentice-Hall, New Jersey.
- Shaharuddin Ahmad (1992) Some effects of urban parks on air temperature variations in Kuala Lumpur, Malaysia. *The 2nd. Tohwa University International Symposium on Urban Thermal Environment*, pp. 1-22
- Shaharuddin Ahmad (1997) Urbanization and human comfort in Kuala Lumpur-Petaling Jaya, Malaysia. *Ilmu Alam* **23**, 171-189.
- Shaharuddin Ahmad (1999) Perancangan, pengurusan dan keselesaan terma dalam bandar. Kertas kerja yang dibentangkan pada *Seminar Kebangsaan Perancangan Bandar ke XVIII*, Fakulti Alam Bina, UTM, Johor Bahru. 8-9 Mac.
- Shaharuddin Ahmad (2006) Maximum and minimum temperatures and climate change in Malaysia. In: Goh KC, Sekson Y (eds) *Change and development in Southeast Asia in an Era of Globalisation*, pp. 267-281. Pearson Prentice-Hall, Singapore.
- Shaharuddin Ahmad, Noorazuan Md Hashim (2006) Changes in urban surface temperature in urbanized districts in Selangor, Malaysia. Kertas kerja yang dibentangkan di *3rd. Bangi World Conference on Environmental Management*. Equatorial Hotel, Bangi. 5-6 September.
- Shaharuddin Ahmad, Noorazuan Md Hashim (2007) Effects of soil moisture on urban heat island occurrences: Case of Selangor, Malaysia. *Humanity & Social Sciences Journal* **2** (2), 132-138
- Shaharuddin Ahmad, Noorazuan Md Hashim, Yaakob Mohd Jani (2006) Best management practices for stormwater and heat reduction using green roof model: The Bangi experimental plot. Kertaskerja yang akan dibentangkan di *8th SEAGA Conference*, Singapore. 28-30 November.
- Sham Sani (1973) The urban heat island: its concept and application to Kuala Lumpur. *Sains Malaysiana* **2** (1), 53-64.
- Sin Hui Teng, Chan Ngai Weng (2004) The urban heat island phenomenon in Penang Island: some observations during the wet and dry seasons. In: Jamaluddin Md Jahi, Kadar Arifin, Salmijah Surif, Shaharudin Idrus. *Facing Changing Conditions. Proceedings 2nd Bangi World Conference on Environmental Management*, pp. 504-518. Centre for Graduate Studies, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Smith GM, Fuller RM, Sanderson JM, Hill RA, Thomson AG. *Land cover map 2001: A parcel-based map from satellite images*. RSPS 2001 Proceedings, pp. 689-702.
- Sobrino JA, Jimenez-Mun˜oza, Paolini (2004) Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment* **90**, 434-440.
- Zainab Siraj (1980) *Pulau haba dan aplikasinya terhadap keupayaan pencemaran udara di Johor Bahru*. Latihan Ilmiah Sarjanamuda Sastera, Jabatan Geografi, UKM (Tidak diterbitkan).