

## Penilaian Keberkesanan Penggunaan Satelit Moderate Resolution Imaging Spektrometri (MODIS) dan Landsat dalam Mengkaji Nilai Suhu Permukaan Darat

*Evaluation of the Effectiveness of the Use of Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) and Landsat Satellites in Studying Land Surface Temperature Values*

RICKY ANAK KEMARAU<sup>1\*</sup> & Oliver VALENTINE EBOY<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Geografi,  
Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan,  
Universiti Malaysia Sabah, Jalan UMS,  
88400 Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia.

Corresponding author: [\\*ricky.geo2005@gmail.com](mailto:*ricky.geo2005@gmail.com).

Published online: 28 June 2021

To cite this article (APA): Ricky, A. K., & Oliver, V. E. (2021). Evaluation of the Effectiveness of the Use of Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) and Landsat Satellites in Studying Land Surface Temperature Values. *GEOGRAFI*, 9(1), 41-61.

<https://doi.org/10.37134/geografi.vol9.1.3.2021>

**ABSTRAK** Suhu permukaan darat dikenalpasti salah satu parameter penting yang sentiasa diperhatikan dan direkod oleh Earth System Data Record oleh pihak National Aeronautics and Space Administration (NASA), World Meteorology Organization dan jabatan penyelidikan antarabangsa yang lain. Perkara ini kerana suhu permukaan darat merupakan kunci penting yang mempengaruhi iklim, hidrologi, ekologi dan biokimia. Teknologi Penderiaan Jauh menawarkan pelbagai jenis satelit kepada penyelidik untuk mengkaji cuaca dan iklim. Walaubagaimanapun satelit MODIS dan Landsat merupakan satelit yang penting dalam mengkaji suhu permukaan darat. Objektif kajian ini untuk menilai keberkesanan kedua-dua satelit dalam mengukur suhu permukaan. Bagi mencapai objektif kajian ini memerlukan kedua-dua data melalui pra proses seperti pembetulan radiometrik, atmosfera dan geometrik. Langkah seterusnya melakukan penukaran nilai digital nombor menggunakan formula yang kerap digunakan penyelidik yang lepas dalam mendapatkan nilai suhu. Data suhu daripada meteorologi daripada Jabatan Meteorologi Malaysia (JMM) digunakan dalam menentu ukur keberkesanan kedua-dua data tersebut dengan menggunakan kaedah korelasi antara nilai suhu daripada satelit MODIS dan Landsat dengan suhu daripada JMM. Dapatan kajian menunjukkan bahawa nilai korelasi antara suhu daripada satelit Landsat lebih tinggi berbanding dengan satelit MODIS. Dapatan kajian ini penting sebagai panduan penyelidik, pelajar dan pihak berkepentingan akan datang dalam membuat pemilihan data untuk kajian masing-masing.

**Kata Kunci:** MODIS, Landsat, Tepat, Suhu

*ABSTRACT Land Surface Temperature (LST) is identified as one of the important parameters that is constantly observed and recorded by the Earth System Data Record by the National Aeronautics and Space Administration (NASA), the World Meteorological Organization and among other international departments. This is because LST is an important key that influences climate, hydrology, ecology and biochemistry. Remote Sensing technology offers various types of satellites to researchers to study the weather and climate. However, MODIS and Landsat satellites are the second most important satellites in studying soil surface temperatures. The objective of this study was to evaluate the effectiveness of both satellites in measuring surface temperature. To achieve the objectives of this study requires both data through pre-processes such as radiometric, atmospheric and geometric corrections. The next step is to convert the digital value of a number using a formula often used by previous researchers in obtaining temperature values. Temperature data from meteorology from the Malaysian Meteorological Department (MMD) is used in determining the effectiveness of the two data by using the correlation method between the temperature values from MODIS and Landsat satellites with the temperature from MMD. The results suggested that the correlation value between temperatures from the Landsat satellite was higher compared to the MODIS satellite. The results of this study are important as a guide for future researchers, students and stakeholders in making choices in the data for their respective studies.*

**Keyword:** MODIS, Landsat, Accuracy, Temperature.

## 1. Pengenalan

Suhu permukaan darat adalah parameter penting dalam proses atmosfera dan permukaan bumi (Tan et al., 2019; Li et al., 2013). Suhu permukaan darat juga berperanan penting dalam kajian saintifik seperti memantau kemarau, kekeringan (Karnieli et al., 2009) dan proses ekologi, pertanian (Beurs & Henebry, 2004), dan meteorologi di permukaan bumi (Kumar et al., 2012). Oleh itu, suhu permukaan darat data penting digunakan sebagai input dalam banyak model pada skala setempat, serantau dan global untuk memperbaiki dan membuat model ramalan hidrologi, iklim dan meteorologi (Dash et al., 2010). Data suhu di kebanyakan kawasan negara membangun seperti Malaysia dikumpulkan secara konvensional oleh stesen meteorologi (Ricky & Oliver, 2021). Walau bagaimanapun, stesen seperti itu tidak dapat memberikan liputan ruang yang mencukupi kerana kos yang tinggi dalam menyediakan tiang-tiang pengukur suhu di negara membangun (Meyer et al., 2016; Ricky & Oliver, 2020).

Oleh itu, untuk mengekalkan kesinambungan data ruangan suhu permukaan darat dari stesen-stesen ini, pelbagai kaedah digunakan seperti geostatistik pendekatan interpolasi, seperti interpolasi kriging dan pemberat jarak jarak terbalik diubah oleh data model ketinggian digital telah diterapkan (Ozelkan et

al., 2015). Suhu permukaan darat yang berasal dari penderiaan jauh inframerah termal menjadi lebih sesuai dan disukai daripada pengukuran stesen darat di kawasan berskala besar. Satelit penderiaan jauh yang paling biasa digunakan untuk mengkaji suhu permukaan darat adalah satelit Landsat, *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS). Seterusnya satelit *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* (ASTER), *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR), dan lain-lain seperti *Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager* (SEVIRI), *Geostationary Operational Environmental Satellite* (GOES), *Heat Capacity Mapping Mission* (HCMM), *Huan Jing-1* (HJ-1), *Along Track Scanning Radiometers* (AASTR), ITOS-1, COMS daripada Korea Selatan, *Feng Yun* (FY-2F) , *Advanced Microwave Scanning Radiometer* (AMSR-E), dan AMSR 2 (Zhou et al., 2019).

Satelit Landsat memerlukan 16 hari bagi melengkap satu orbit untuk merakam imej di kawasan yang sama dan menyediakan data resolusi 100-120 meter yang merupakan yang terbaik berbanding satelit sedia ada. Di samping itu, satelit Landsat juga mempunyai data satelit generasi pertama sehingga ke 8 yang dapat menyediakan data sejak 1988 untuk termal data. Walau bagaimanapun satelit Landsat gagal dalam menyediakan data harian seperti satelit MODIS yang memiliki dua satelit iaitu Terra dan Aqua. Di samping itu satelit MODIS dapat menyediakan data harian di sesuatu tempat termasuk pada waktu malam. Perkara ini membolehkan penyelidik memiliki data yang banyak dalam menghasilkan keputusan yang lebih tepat. Walau bagaimanapun satelit MODIS menyediakan resolusi temporal yang tinggi iaitu dapat melengkapkan orbit 1 hari yang bermaksud satelit MODIS dapat merakam imej di lokasi yang sama setiap hari. Perkara ini membolehkan satelit MODIS dapat menyediakan data termal data siang dan malam melalui dua sensor iaitu Tera dan Aqua. Akan tetapi kekurangan satelit mempunyai resolusi 5,600 meter berbanding dengan satelit Landsat. Walaupun banyak kajian telah dilakukan mengenai pelbagai suhu permukaan darat, namun pada masa ini terdapat sedikit kajian suhu permukaan darat yang dilakukan di kawasan kajian dan kawasan beriklim tropika. Kajian sedia menggunakan alat pengukuran cara lama di kawasan kajian seperti Muhammad et al. (2016). Walau bagaimanapun terdapat kajian menggunakan penderiaan jauh seperti (Ricky & Oliver, 2020; 2021; Batalia & Bessaih, 1997). Ricky dan Oliver (2020; 2021) menggunakan data Landsat dan Batalia dan Bessaih (1997) menggunakan data MODIS. Dapatan kajian berjaya menunjukkan kedua satelit MODIS dan Landsat dapat mengukur suhu permukaan darat. Walau bagaimanapun sejauh mana ketepatan kedua-dua data masih tidak dapat ditentukan terutamanya di negara beriklim tropika. Bagi menilai ketepatan kedua-dua data satelit MODIS dan Landsat memerlukan data suhu daripada JMM bagi menentu ukur ketepatan kedua-dua data. Objektif kajian ini adalah untuk menilai ketepatan data satelit MODIS dan Landsat dalam mengukur suhu permukaan di kawasan bandar beriklim tropika.

## 2. Sorotan Kajian Lepas

Sensor inframerah termal adalah sumber utama untuk mendapatkan maklumat suhu permukaan darat pada skala wilayah, serantau dan global sebagai sebahagian besar tenaga yang dikesan oleh sensor di kawasan termal di spektrum elektromagnetik dipancarkan secara langsung dari darat permukaan (Reuter et al., 2015). Banyak usaha telah dilakukan untuk dikembangkan kaedah yang tepat untuk mengambil suhu permukaan darat dari data penderiaan jauh dan kemajuan yang ketara telah dicapai dalam tiga dekad yang lalu (Rongali et al., 2018). Walau bagaimanapun, menilai kaedah pengambilan suhu permukaan darat dan pemilihan produk suhu permukaan darat yang sedia ada masih penting dan mencabar topik untuk penyelidikan saintifik. Selama beberapa dekad yang lalu banyak algoritma telah dikembangkan dan dicadangkan untuk menambahbaik ciri-ciri pelbagai sensor berdasarkan satelit untuk pengambilan suhu permukaan darat.

Chatterjee et al. (2017) misalnya, menggunakan algoritma pemindahan radiasi saluran tunggal untuk mendapatkan semula suhu permukaan darat dari data Landsat *Thematic Mapper* (TM) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) sebagai input asas. Sementara Jiménez-Muñoz dan Sobrino (2010) menggunakan algoritma saluran tunggal untuk pengambilan suhu permukaan darat dari ASTER data. Sementara itu, beberapa kajian pula membandingkan Persamaan Pemindahan Radiatif Algoritma, *Mono-Window* (MW) dan kaedah Saluran Tunggal untuk mengambil suhu permukaan darat dari Data Landsat-5 *Thematic Mapper* (TM) (Vlassova et al., 2014; Zhou et al., 2012). Contohnya, Jiménez-Muñoz et al. (2014) telah membandingkan kaedah saluran tunggal dan *Split-Window* algoritma menggunakan data Landsat 8 *Thermal Infrared Sensor* (TIRS). Manakala Yu et al. (2014) dan García-Santos et al. (2018) membandingkan kaedah Mono Window, Saluran Tunggal dan *Single Window* untuk pengambilan suhu permukaan darat dengan hanya menggunakan Landsat 8 *Thermal infrared Sensor* (TIRS) melalui Band 10. Sebagai tambahan kepada perbandingan kaedah, beberapa produk suhu permukaan darat yang beroperasi dari sensor yang berbeza seperti MODIS (Wan & Dozier, 1996), AVHRR (Kerr et al., 1992), AATSR (Coll et al., 2012b), SEVIRI (Nicolòs et al., 2011), dan GOES (Sun & Pinker, 2003) boleh didapati di skala ruang yang berbeza.

Walaupun bagaimanapun, dalam pengambilan suhu permukaan darat banyak aspek seperti perkiraan emisiviti permukaan ( $\epsilon$ ) dari pemandangan Landsat-8 yang sama digunakan untuk pengambilan suhu permukaan darat, menguji saluran tunggal dan kaedah RTE untuk TIRS Band 11 (B11), termasuk min suhu permukaan darat dari TIRS B10 dan B11 nampaknya jurang penyelidikan di kajian terdahulu. Perbandingan ini amat penting sebagai rujukan kepada penyelidikan akan datang dalam panduan memilih data yang tepat untuk mencapai objektif kajian masing-masing. Selanjutnya, perbandingan pengambilan suhu permukaan darat berasaskan dua sensor ini akan dibandingkan dengan suhu permukaan tanah iaitu 2 meter daripada permukaan darat iaitu yang diperolehi daripada stesen kaji cuaca Jabatan

Meteorologi Malaysia cawangan Kuching Sarawak. Melalui gabungan data MODIS dan Landsat ini amat penting kerana menyediakan maklumat yang lebih banyak dan baharu dan ia dapat memberi manfaat kepada pengkaji dalam memilih kaedah dan set data yang sesuai bagi keperluan kajian masing-masing.

### 3. Metodologi, Data dan Kawasan Kajian

Data satelit MODIS dan Landsat perlu melalui pra proses seperti pembetulan, geometri, atmosfera dan radiometrik. Selepas itu data tersebut perlu ditukarkan nilai digital nombor kepada suhu permukaan darat melalui kaedah (Ricky & Oliver, 2019) bagi satelit Landsat 5 TM, 7 ETM dan Landsat 8. Bagi satelit MODIS penukaran nilai digital nombor kepada nilai suhu permukaan darat merujuk kepada formula yang telah diberikan oleh pasukan MODIS NASA seperti dalam rajah 1. Langkah seterusnya adalah menentukan ketepatan nilai suhu permukaan daripada satelit MODIS dan Landsat dengan suhu daripada Jabatan Meteorologi Malaysia melalui kaedah korelasi dengan merujuk kepada nilai pekali korelasi R. Di samping itu perbandingan nilai suhu bulanan antara Jabatan Meteorologi Malaysia dengan purata data suhu permukaan darat daripada sensor MODIS. Di samping, perbandingan nilai suhu harian daripada Jabatan Meteorologi Malaysia dan suhu harian daripada satelit Landsat juga dilakukan.

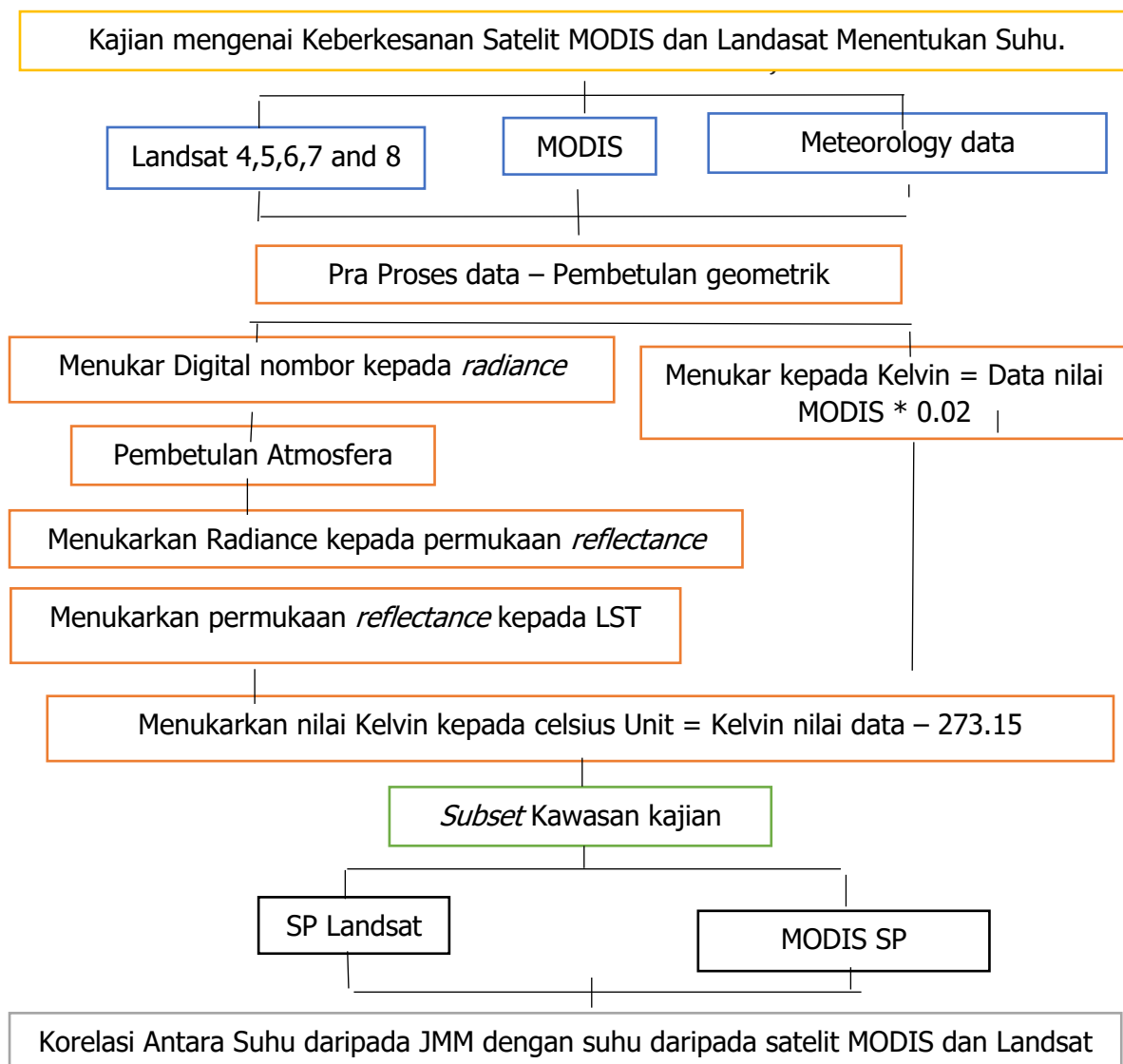
#### 3.1 Data Suhu daripada JMM

Data suhu purata harian dikumpulkan dari JMM. Data dikumpulkan di stesen kedudukan berada di garis lintang  $01^{\circ}29$  Utara dan garis bujur  $110^{\circ}20$  Timur. Data dalam unit  $^{\circ}C$ . Data yang digunakan dari tahun 1988 hingga 2019.



**Rajah 2:** Alat Pengukur suhu di kawasan kajian.  
*Sumber:* JMM cawangan Kuching (kerja lapangan penulis)

Rajah 1 menunjukkan langkah-langkah dalam pra proses dan proses dalam kajian ini untuk mencapai objektif kajian. Kajian ini memerlukan data Landsat sejak 1988 sehingga 2019 yang tidak memiliki litupan awan. Data MODIS yang digunakan adalah produk MOD113C iaitu data purata bulanan sejak tahun 2000 sehingga 2019. Manakala, bagi data terakhir iaitu data suhu harian dan bulanan daripada Jabatan Meteorologi cawangan Kuching, Sarawak.



**Rajah 1:** Carta aliran langkah-langkah dalam mencapai objektif kajian.

*Sumber:* Hasil kerja penulis

### 3.2 LANDSAT 5 TM, 7 ETM, dan 8 OLI TIR

Landsat 5 TM, 7 ETM, dan 8 OLI TIR akan digunakan untuk kajian ini. Data dikumpulkan dari tahun 1988 hingga 2019 yang tidak memiliki litupan awan. Data Landsat memiliki resolusi 120-meter bagi satelit Landsat 5 TM dan Landsat 7 dan 8 memiliki resolusi 100 meter. Kaedah-kaedah pra proses dan penukaran nilai digital nombor kepada suhu menggunakan formula (Ricky dan Oliver, 2021). Data Landsat di muat turun di <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

**Jadual 1:** Maklumat lengkap mengenai band Landsat 8 OLI TIRS

Band	Gelombang	Resolusi
Band 1	Aerosol Pantai (0.43 - 0.45 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 2	Biru (0.450 - 0.51 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 3	Hijau (0.53 - 0.59 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 4	Merah (0.64 - 0.67 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 5	<i>Near-Infrared</i> (0.85 - 0.88 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 6	<i>Short-wave infrared</i> (SWIR) 1(1.57 - 1.65 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 7	SWIR 2 (2.11 - 2.29 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 8	<i>Panchromatic</i> (PAN) (0.50 - 0.68 $\mu\text{m}$ )	15 meters
Band 9	<i>Cirrus</i> (1.36 - 1.38 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 10	<i>Thermal Infrared Sensor</i> (TIRS) 1 (10.6 - 11.19 $\mu\text{m}$ )	100 meters
Band 11	TIRS 2 (11.5 - 12.51 $\mu\text{m}$ )	100 meters

*Sumber:* Diubahsuai daripada Landsat.gsfc.nasa.gov. (2020)

### 3.3 MODIS - SP MOD11B3

Produk MODIS ini memberikan nilai SP purata sebulan per *pixel* permukaan tanah dan emisiviti dalam piksel 1,200 kilometer dengan ukuran piksel 5,600 meter. Kajian ini menggunakan 239 data MODIS iaitu sejak sensor MODIS mula beroperasi yang pada tahun 2000 hingga tahun 2019. Data MODIS ini di muat turun di <https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/>. Manfaat MODIS yang ketara adalah rangkaian produk data yang diperiksa kualiti yang dihasilkan oleh pasukan MODIS. Produk data ini diproses dan dapat digunakan secara langsung untuk pelbagai tujuan penyelidikan. Contoh produk seperti yang telah banyak digunakan dalam kajian suhu permukaan termasuk suhu permukaan siang dan malam dan data emisiviti dari MOD11C3 (Wan et al., 2018) Nilai suhu permukaan dalam produk ini diambil oleh algoritma *split-window* umum (Wan & Dozier, 1996). Produk MOD11C3 menggunakan band 31 dan 32 (modis.gsfc.nasa.gov, 2018). Jadual 1 menunjukkan maklumat lengkap mengenai band bagi Landsat 8 OLI TIRS.

**Jadual 2:** Maklumat lengkap mengenai band Landsat 7 ETM

Band	Gelombang	Resolusi
Band 1	Biru (0.45 - 0.52 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 2	Hijau (0.52 - 0.60 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 3	Merah (0.63 - 0.69 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 4	<i>Near Red</i> (0.77 - 0.90 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 5	<i>Near-Infrared</i> (1.55 - 1.75 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 6	<i>Thermal</i> (10.40 - 12.50 $\mu\text{m}$ )	60 meters
Band 7	<i>Mid-infrared</i> (2.08 - 2.35 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 8	<i>Panchromatic</i> (PAN) (0.52 - 0.90 $\mu\text{m}$ )	15 meters

*Sumber:* Diubahsuai daripada Landsat.gsfc.nasa.gov. (2020)



### 3.4 Kawasan Kajian

Kawasan kajian ini adalah bandaraya Kuching. Bandaraya Kuching merupakan ibu negeri Sarawak. Bandaraya Kuching ini terbahagi kepada dua pusat pentadbiran kerajaan tempatan iaitu di sebelah utara ditadbir oleh Dewan Bandaraya Kuching Utara dan di selatan oleh Majlis Bandaraya Kuching Selatan. Bandaraya Kuching merupakan salah satu bandaraya terbesar di Malaysia Timur dengan populasi 705, 545 pada bancian 2010 (Jabatan Perangkaan Negara, 2011). Populasi ini dijangka meningkat 30%-40% pada tahun 2020. Peningkatan populasi ini menyebabkan peningkatan guna tanah daripada kawasan tumbuhan kepada kawasan bandar. Peningkatan kawasan bandar ini menyebabkan peningkatan suhu di bandaraya Kuching. Perkara ini menyebabkan penyelidik memilih kawasan Kuching sebagai kajian di samping tidak banyak kajian tentang suhu di kawasan bandaraya Kuching terutamanya melalui penggunaan penderiaan jauh. Jadual 3 menunjukkan maklumat lengkap mengenai Landsat 5 TM yang digunakan dalam kajian ini. Jadual 4 pula menunjukkan secara lengkap mengenai maklumat penting mengenai band dan panjang gelombang eletromagnetik (*Wavelength*) yang terdapat di sensor MODIS. Seterusnya mengenai Landsat 7 ETM+. Landsat 7 ETM+ ini bergerak mengelilingi bumi berbentuk orbit *sun-synchronous* and hampir-polar orbit.

**Jadual 3:** Maklumat lengkap mengenai band Landsat 4/5 TM

Band	Gelombang	Resolusi
Band 1	Biru (0.43 - 0.52 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 2	Hijau (0.52 - 0.60 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 3	Merah (0.63 - 0.69 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 4	<i>Near-Infrared</i> (0.76 - 0.90 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 5	<i>Near-Infrared</i> (1.55 – 1.65 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 6	<i>Thermal</i> (10.40 – 12.50 $\mu\text{m}$ )	30 meters
Band 7	<i>Mid – Infrared</i> (2.08 - 2.35 $\mu\text{m}$ )	120 meters

*Sumber:* Diubahsuai Landsat.gsfc.nasa.gov. (2020).

**Jadual 4:** Maklumat band bagi satelit MODIS

Kegunaan	Band	Bandwidth	Spectral Radiance
Darat / awan / Aerosol sempadan	1	620-670	21.8
	2	841-876	24.7
Darat / awan / Ciri-ciri Aerosol	3	459-479	35.3
	4	545-565	25.3
	5	1230-1250	5.4
	6	1628-1652	7.3
	7	2105-2155	1.0
Warna lautan/ Phytoplankton / biogeokimia	8	405-420	44.9
	9	438-448	41.9
	10	483-493	32.1
	11	526-536	27.9
	12	546-556	21.0
	13	662-272	9.5
	14	673-683	8.7
	15	743-753	10.2
	16	862-877	6.2
Atmosfera / wap air	17	890-920	10.0
	18	931-941	3.6
	19	915-965	15
Suhu permukaan/ suhu awan	20	3.660-3.840	0.45
	21	3.929-3.989	2.38
	22	3.929-3080	0.67
	23	4.020-4.080	0.79
Suhu atmosfera	24	4.433-4.498	0.17
	25	4.482-4.549	0.59
Cirrus awan dan wap air	26	1.360-1.390	6.00
	27	6.535-6.895	1.16
	28	7.175-7.475	2.18
Ciri-ciri awan	29	8.400-8.700	9.58
Ozon	30	9.580-9.880	3.69
Suhu permukaan / suhu awan	31	10.780-11.280	9.55
	32	11.770-12.270	8.94
	33	13.185-13.485	4.52
	34	13.485-13.785	3.76
	35	13.785-14.085	3.11

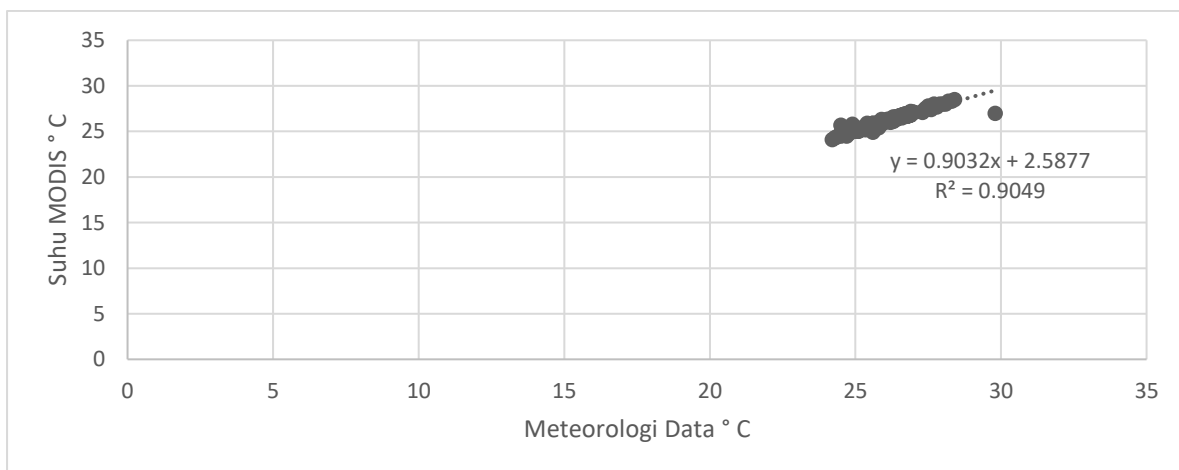
Nota:

\* Bands 1 sehingga 19 dalam unit nanometer dan Bands 20 sehingga 36 dalam unit mikrometer (Bandwidth). \* *Spectral Radiance* values are ( $W/m^2 \cdot \mu m \cdot sr$ ) Sumber: <https://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php#2> (2018)

## 4. Dapatan Kajian

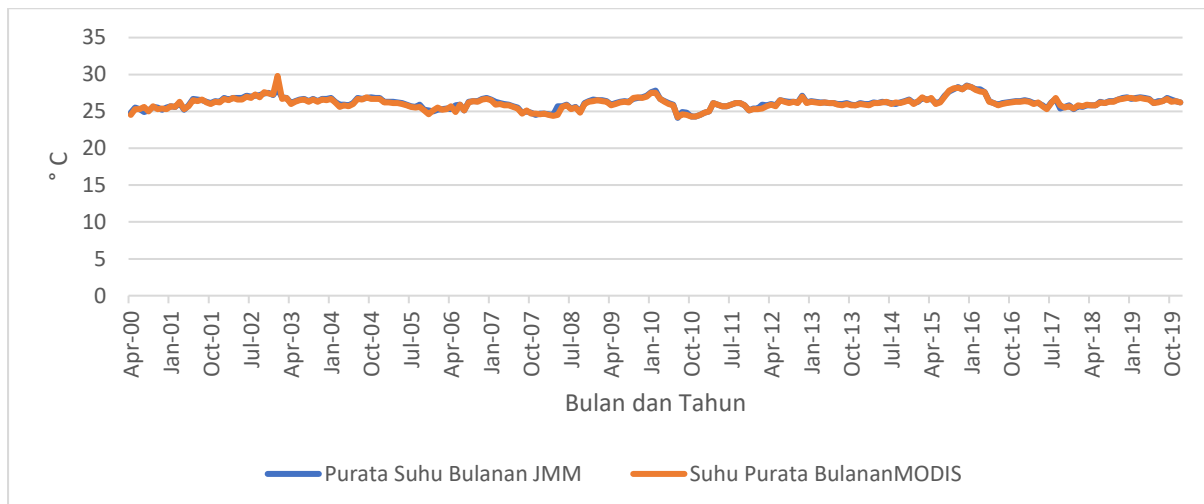
### 4.1 Hubungan korelasi antara data meteorologi iaitu purata suhu bulanan dengan purata suhu permukaan daripada satelit MODIS

Rajah 3 menunjukkan korelasi linear plot penyebaran antara suhu daripada Jabatan Meteorologi Malaysia dengan suhu permukaan daripada satelit MODIS. Hubungan linear antara data meteorologi darat dan suhu permukaan daripada satelit MODIS sejak April 2000. Ini kerana data MODIS hanya bermula April 2000 yang melibatkan 273 data MODIS. Hubungan antara suhu data meteorologi dan suhu permukaan daripada satelit MODIS adalah positif yang memiliki darjah kekuatan yang tinggi. Merujuk kepada rajah 3 didapati nilai pekali korelasi adalah 0.90. Korelasi ini merujuk kepada nilai purata suhu bulanan yang bersamaan koordinat pengukuran purata suhu bulanan oleh Jabatan Meteorologi Malaysia.



**Rajah 3:** Hubungan korelasi antara purata suhu bulanan daripada Jabatan Meteorologi Malaysia dengan nilai purata suhu bulanan daripada Satelit MODIS.  
*Sumber:* Hasil kerja penulis.

Merujuk kepada Rajah 4 didapati corak purata suhu bulanan daripada jabatan Meteorologi Malaysia dengan purata suhu bulanan daripada MODIS hampir sama nilai sejak April 2000 sehingga Disember 2019. Perkara ini menyokong nilai pekali korelasi 0.90 seperti dijelaskan dalam Rajah 3. Perbincangan secara mendalam perbezaan antara dua data ini akan dilakukan dalam bahagian berikutnya.

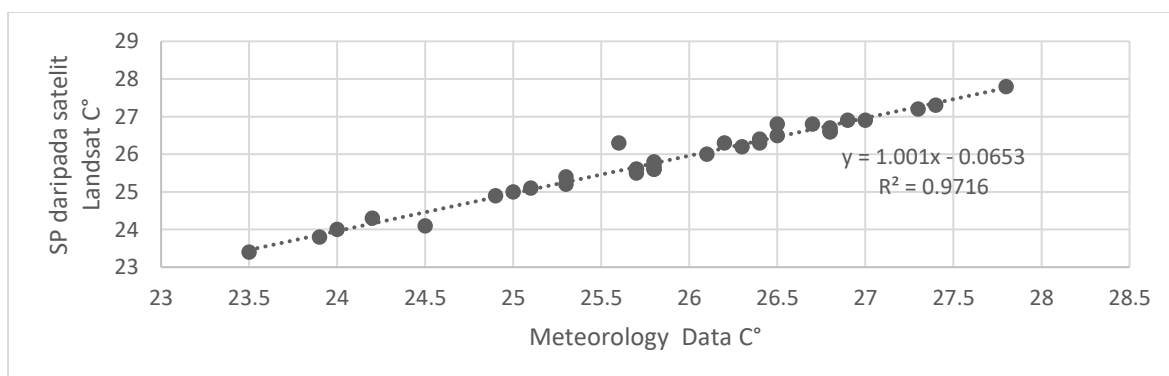


**Rajah 4:** Graf Nilai Suhu Purata Bulanan daripada Jabatan Meteorologi Malaysia dengan data suhu purata bulanan MODIS.

*Sumber:* Hasil kerja penulis.

#### 4.2 Hubungan korelasi antara data meteorologi iaitu suhu harian dengan suhu harian permukaan daripada satelit landsat

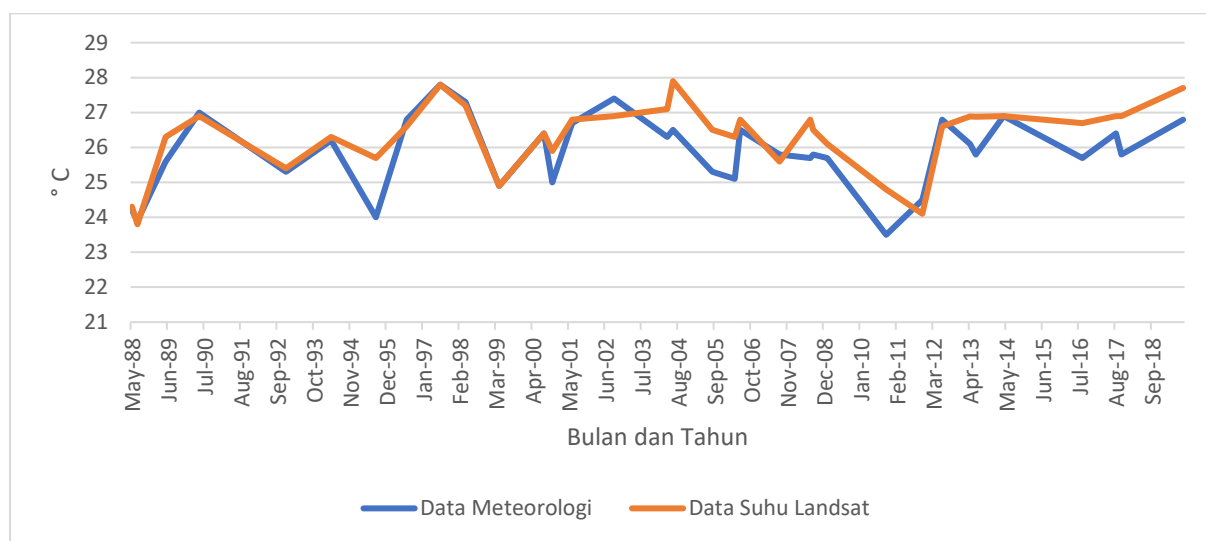
Rajah 5 menunjukkan graf korelasi lurus langsung antara dua pemboleh ubah iaitu meteorologi nilai suhu harian dari tahun 1988 hingga 2019 dan suhu harian daripada satelit Landsat Sensor. Korelasi ini hanya melibatkan data Landsat yang tidak ada litupan awan di mana hanya ada 34 data Landsat tanpa litupan awan. Oleh itu, untuk hasil korelasi linear, terdapat korelasi kuat positif sempurna yang diperolehi antara nilai suhu harian daripada Jabatan Meteorologi Malaysia dan suhu purata harian daripada satelit Sensor Landsat dengan nilai R 0.92. Korelasi ini melibatkan nilai piksel di satelit Landsat yang sama koordinat dengan alat pengukur suhu daripada Jabatan Meteorologi Malaysia pada tarikh harian yang sama.



**Rajah 5:** Hubungan korelasi antara suhu harian daripada Jabatan Meteorologi Malaysia dengan suhu harian daripada Satelit Landsat.

*Sumber:* Hasil kerja penulis.

Rajah 6 menunjukkan corak nilai suhu harian daripada Jabatan Meteorologi Malaysia dengan suhu harian daripada satelit Landsat. Berdasarkan kepada Rajah 6 tersebut didapati corak suhu harian daripada Jabatan Meteorologi Malaysia dengan suhu harian daripada satelit Landsat hampir sama corak nilai suhu harian sejak tahun 1988 sehingga 2019. Perkara ini menjelaskan nilai korelasi positif Rajah 5 iaitu dengan nilai pekali korelasi 0.97. Walau bagaimanapun corak turun dan naik suhu hampir sama tetapi berlaku perbezaan suhu antara kedua-dua data. Perbincangan secara mendalam mengenai perbezaan antara suhu akan dibuat dalam bahagian seterusnya.



**Rajah 6:** Corak nilai suhu harian daripada Jabatan Meteorologi Malaysia dengan suhu harian daripada satelit Landsat.

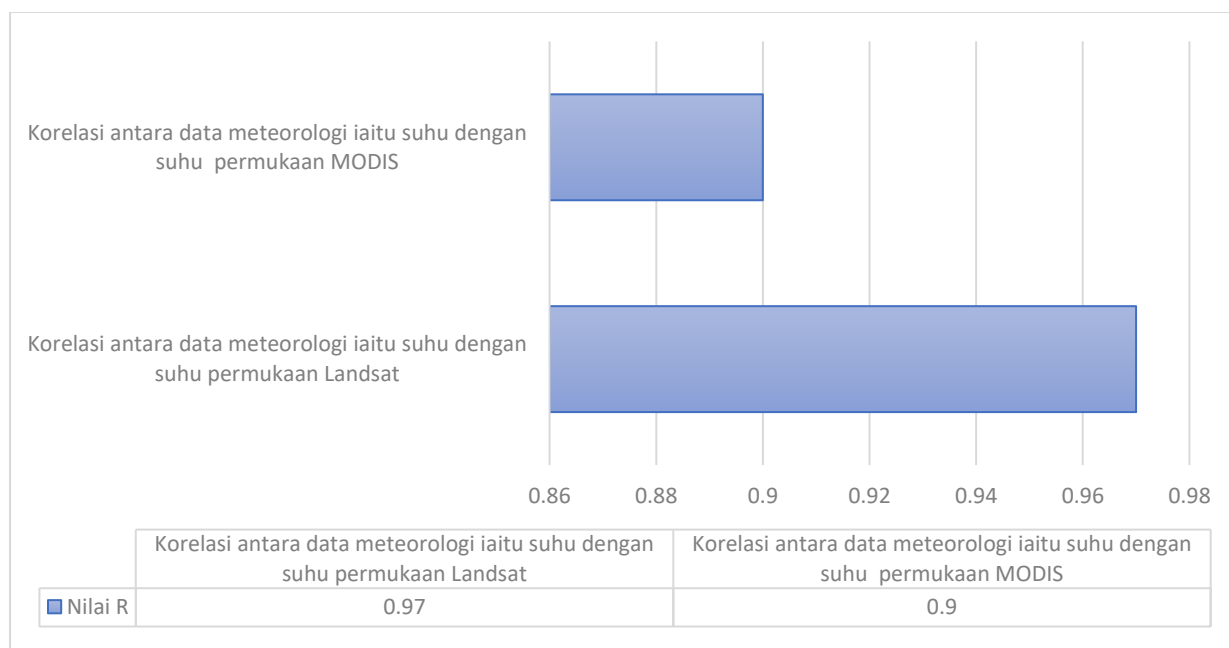
*Sumber:* Hasil kerja penulis.

## 5. Perbincangan

Rajah 7 menunjukkan graf perbezaan korelasi antara data meteorologi iaitu suhu dengan suhu permukaan darata bagi satelit MODIS dan Landsat. Berdasarkan kepada Rajah 7 jelas menunjukkan bahawa nilai hubungan antara suhu data meteorologi dengan suhu untuk satelit Landsat lebih tinggi iaitu 0.97 berbanding dengan suhu permukaan daripada satelit MODIS iaitu 0.90. Ini kerana nilai resolusi Landsat lebih tinggi iaitu 30 meter manakala MODIS 5,600 meter. Keputusan ujian Keputusan ini adalah sama dengan hasil dapatan kajian oleh Nour Eldeen et al. (2020). NourEldeen et al. (2020) menggunakan data MODIS dan data yang diukur di stesen meteorologi. Dapatan daripada ujian korelasi mereka antara suhu permukaan MODIS dan data meteorologi adalah 0.90. Tambahan juga Garfinkel et al. (2018) juga menyokong dapatan NourEldeen et al. (2020). Dapatan kajian ini juga disokong oleh

Hereher (2016) yang menggunakan 273 imej MODIS dan meteorologi dalam mengkaji siri masa suhu permukaan dalam kesan pemanasan global. Keputusan korelasi mereka menunjukkan bahawa suhu permukaan MODIS dan suhu meteorologi adalah R 0.84.

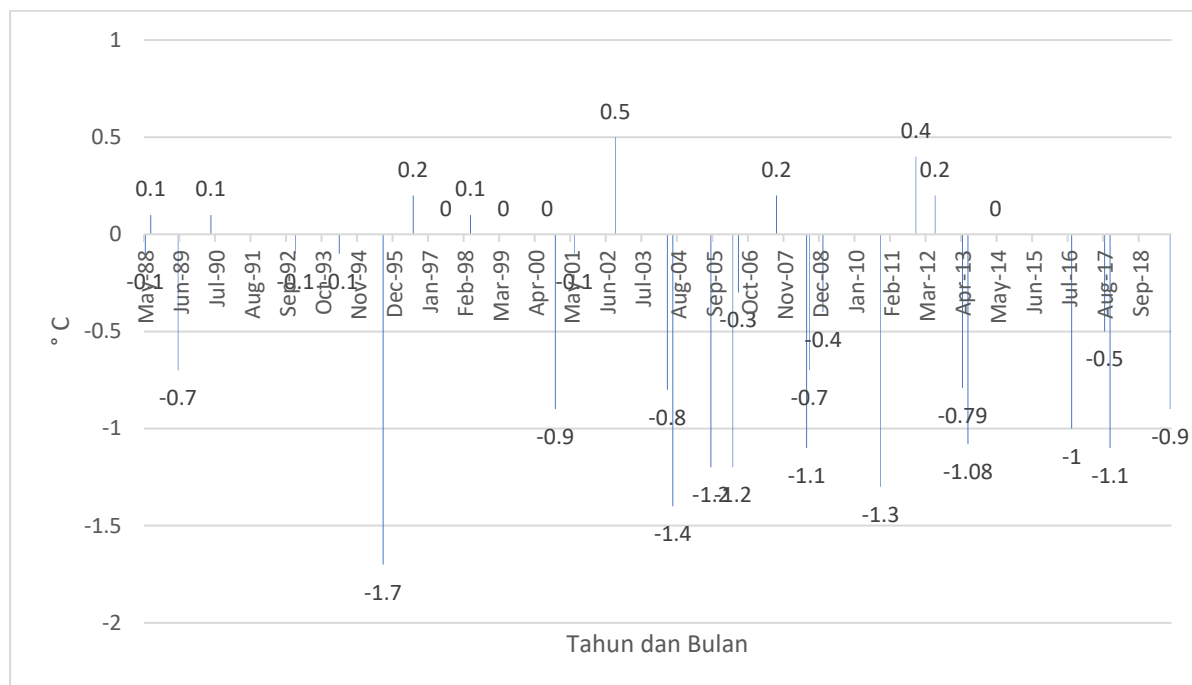
Di samping itu Zhou et al. (2019) juga menggunakan gabungan data meteorologi dengan MODIS data dalam mengkaji perubahan suhu permukaan di kawasan Himalayan. Hasil kajian menunjukkan hubungan korelasi yang baik iaitu R 0.90. Hasil kajian mereka mendapati berlaku perubahan suhu permukaan di kawasan Himalayan terutama di kawasan ibu negara Nepal iaitu Kathmandu. Perubahan guna tanah iaitu daripada kawasan semula jadi kepada bandar merupakan faktor utama yang menyebabkan perubahan suhu di kawasan Himalayan. Berdasarkan keputusan yang diperolehi Zhou et al. (2019) membuktikan berlaku hubungan korelasi yang baik iaitu melebihi nilai 0.5 nilai pekali korelasi R. antara data MODIS suhu permukaan dengan data meteorologi data. Varentsov et al. (2019) menggunakan data MODIS dan data yang dikutip di lapangan di ibu negara Rusia iaitu Moscow. Berdasarkan keputusan mereka didapati hubungan korelasi yang kuat pada waktu senja dan waktu malam iaitu R 0.85. Manakala korelasi data suhu MODIS dan data dikutip di lapangan adalah rendah iaitu R 0.37 untuk satelit Tera manakala Aqua pula adalah R 0.42.



**Rajah 7:** Nilai R korelasi antara suhu daripada Jabatan Meteorologi Malaysia dengan suhu permukaan daripada satelit MODIS dan Landsat. *Sumber:* Hasil kerja penulis.

Rajah 8 menunjukkan perbezaan nilai suhu harian daripada Jabatan Meteorologi Malaysia dengan suhu harian daripada satelit Landsat. Merujuk kepada Rajah 8 didapati berlaku perbezaan nilai suhu harian daripada Jabatan Meteorologi Malaysia dengan suhu harian daripada satelit Landsat. Kajian ini mendapati berlaku

perbezaan yang tertinggi adalah pada bulan Disember 1995 iaitu sebanyak negatif (-)  $1.7^{\circ}\text{C}$ , perbezaan kedua terbesar adalah pada Ogos 2004 iaitu negatif (-)  $1.4^{\circ}\text{C}$ , seterusnya negatif (-)  $1.3^{\circ}\text{C}$  pada Febuari 2011, negatif (-)  $1.2^{\circ}\text{C}$  pada September 2005 dan Oktober 2005. Perbezaan ini disebabkan oleh sensor RS iaitu Landsat dan MODIS mengukur suhu permukaan berbanding stesen pengukur meteorologi mengukur suhu udara (*U.S. Environmental Protection Agency, 2020*). Walau bagaimanapun secara keseluruhan dengan merujuk kepada nilai pekali korelasi di Rajah 4 dan Rajah 7 berlaku hubungan positif dengan nilai pekali  $0.97^{\circ}\text{C}$ . Perkara ini menjelaskan hampir keseluruhan data harian daripada Jabatan Meteorologi Malaysia dan satelit Landsat iaitu perbezaan bawah positif (+)  $0.5^{\circ}\text{C}$  atau negatif (-)  $0.5^{\circ}\text{C}$ .

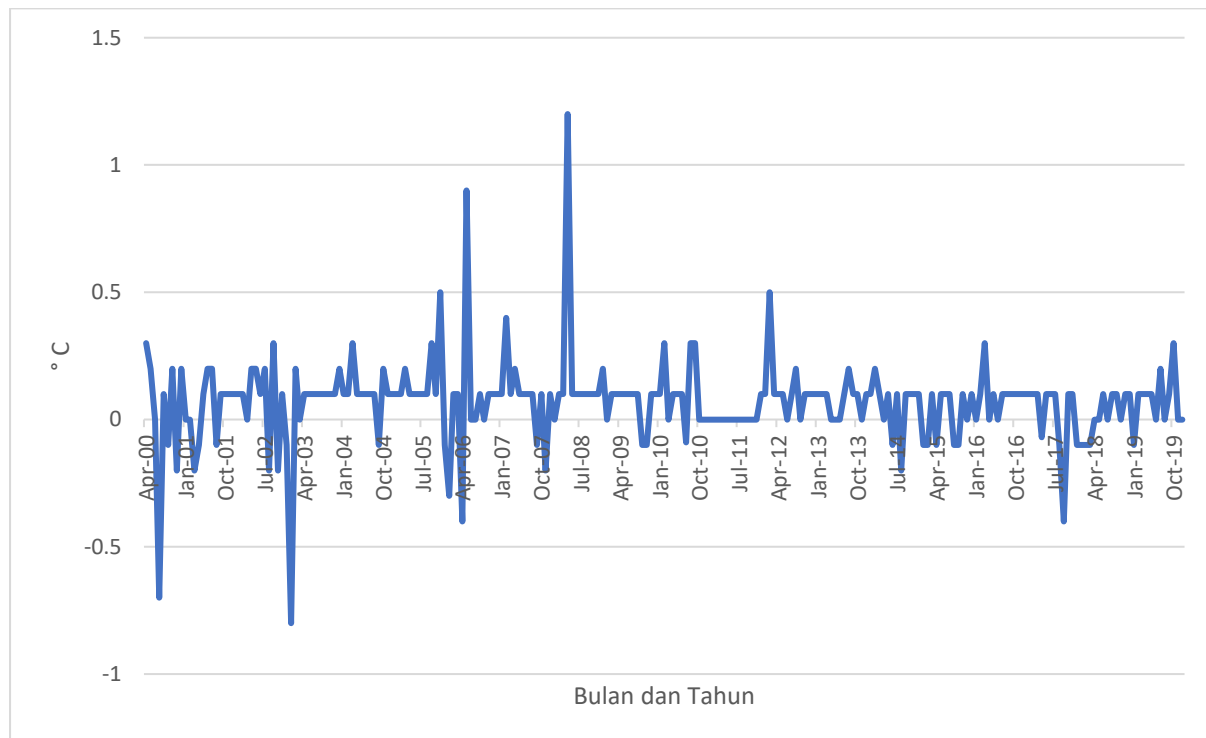


**Rajah 8:** Perbezaan nilai suhu harian daripada Jabatan Meteorologi Malaysia dengan suhu harian daripada satelit Landsat.

*Sumber:* Hasil kerja penulis.

Rajah 9 menunjukkan perbezaan antara nilai suhu purata bulanan daripada Jabatan Meteorologi Malaysia dan purata suhu bulanan daripada MODIS. Merujuk kepada rajah 9 didapati perbezaan terbesar antara kedua data pada bulan April 2008 iaitu positif (+)  $1.2^{\circ}\text{C}$  seterusnya pada Januari 2003 negatif (-)  $0.9^{\circ}\text{C}$  dan Mei 2006 iaitu positif (+)  $0.9^{\circ}\text{C}$  dan ketiga adalah Julai 2000 iaitu negatif (-)  $0.7^{\circ}\text{C}$ . *U.S. Environmental Protection Agency (2020)* menyatakan bahawa akan berlaku perbezaan suhu yang diukur oleh RS satelit dengan suhu daripada stesen pengukur meteorologi. Perkara ini disebabkan oleh satelit RS mengukur suhu permukaan berbanding stesen jabatan kaji cuaca mengukur suhu udara. Walaubagaimanapun,

secara keseluruhan perbezaan adalah di bawah positif (+)  $0.5^{\circ}\text{C}$  dan negatif (-)  $0.5^{\circ}\text{C}$ . Perkara ini menjelaskan secara jelas sebab berlaku hubungan positif korelasi antara suhu bulanan daripada satelit MODIS dengan Jabatan Meteorologi Malaysia iaitu dengan pekali korelasi R 0.90.



**Rajah 9:** Perbezaan nilai suhu purata bulanan daripada Jabatan Meteorologi Malaysia dan purata suhu bulanan daripada satelit MODIS.

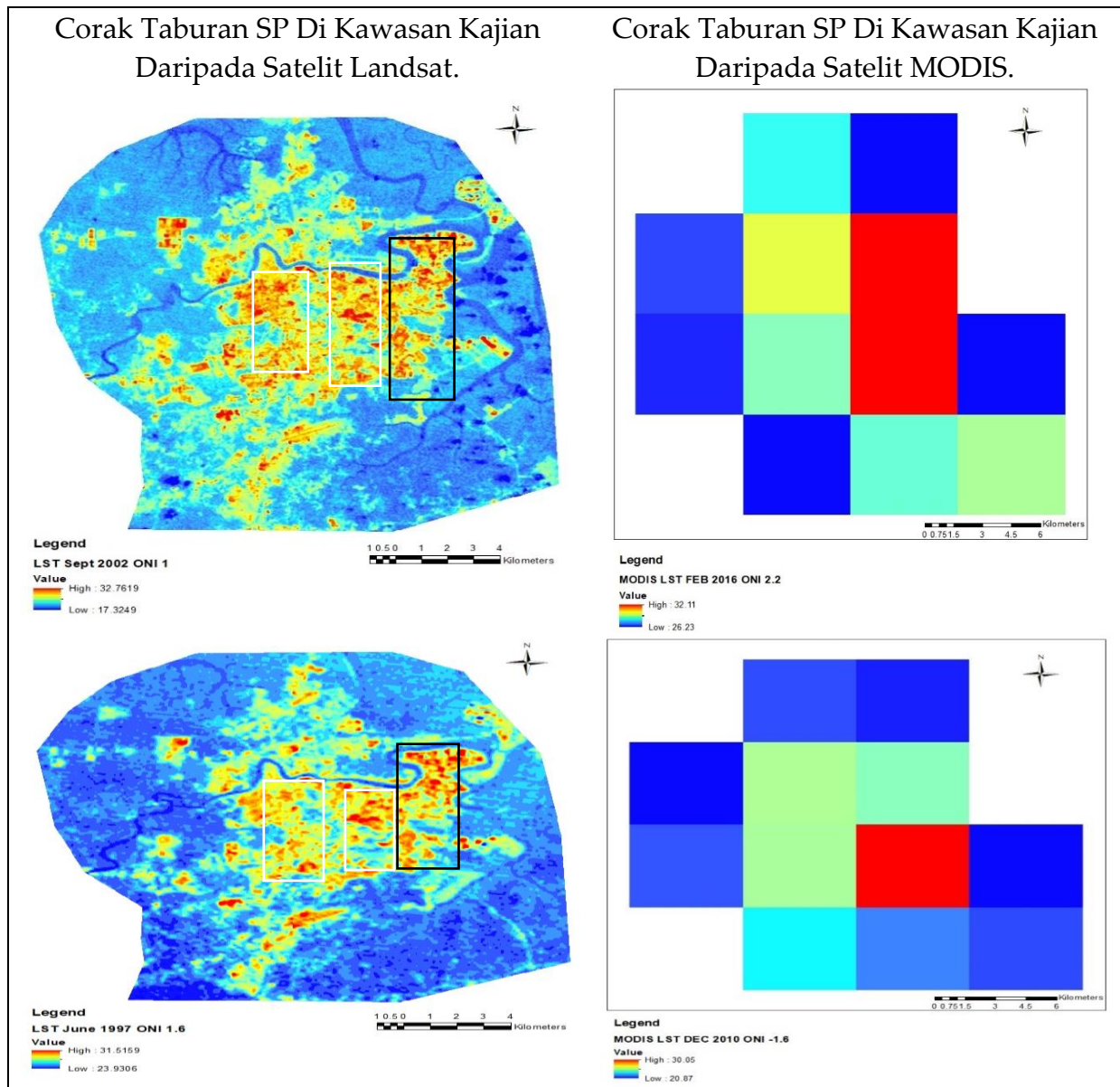
*Sumber:* Hasil kerja penulis.

Jika dirujuk kepada perbezaan nilai beza didapati satelit MODIS memiliki perbezaan yang lebih rendah berbanding satelit Landsat. Satelit MODIS memiliki nilai perbezaan yang terbesar iaitu positif (+)  $1.2^{\circ}\text{C}$  berbanding satelit Landsat iaitu negatif (-)  $1.7^{\circ}\text{C}$ . Perkara ini berlaku perbezaan  $0.5^{\circ}\text{C}$  antara satelit Landsat dan MODIS. Perkara ini disebabkan perbezaan ciri-ciri data iaitu satelit MODIS diwakili purata suhu bulanan dan Landsat diwakili suhu harian. Suhu harian ini amat berbeza berdasarkan cuaca harian berbanding suhu bulanan melibatkan purata keseluruhan suhu harian yang diwakili purata bulanan.

Secara keseluruhan kedua-dua data berpotensi dalam mengkaji ciri-ciri suhu permukaan darat disuatu tempat kerana memiliki nilai pekali korelasi melebihi 0.50 iaitu 0.97 bagi satelit Landsat dan 0.90 bagi satelit MODIS. Pemilihan data bergantung kepada objektif kajian masing-masing. Data MODIS didapati amat sesuai dalam kajian yang melibatkan keluasan skala yang serantau dan global kerana memiliki resolusi 5,600 meter. Di samping itu MODIS sensor yang



memiliki dua sensor iaitu Aqua dan Terra dapat membekalkan data harian pada waktu malam dan siang, setiap 8 hari dan bulanan. Perkara ini membolehkan penyelidik dapat mengkaji perubahan suhu permukaan darat secara terperinci. Bahagian berikutnya akan membincangkan kelebihan yang dimiliki oleh satelit Landsat berbanding MODIS.



**Rajah 9:** Corak SP daripada Satelit Landsat dan MODIS.

*Sumber:* Hasil kerja penulis.

Berdasarkan kepada Rajah 9 dapat dirumuskan bahawa corak suhu permukaan daripada satelit Landsat memaparkan kawasan tumpuan panas lebih jelas di kawasan bandar seperti Metro Jaya, Riveregde, Padungan, Kota Sentosa, Batu Kawa dan Sekema pada petak berwarna putih dan petak warna hitam kawasan perindustrian yang terdiri Pending, Bintawa, Demak Laut, Muara Tabuan dan

Samajaya. Bagi kawasan tumpuan sejuk dapat diperhatikan di kawasan luar bandar, badan air iaitu Sungai Sarawak dan Sungai Samarahan yang berpetak warna hijau. Kawasan tumpuan panas dapat dikenal pasti kerana satelit Landsat memiliki resolusi 120-100-meter berbanding dengan satelit MODIS yang mendapati kawasan kajian hanya berpetak memandangkan saiz resolusi adalah 5,500 meter. Walau bagaimanapun kawasan tumpuan panas dan sejuk dapat dikenali pasti iaitu kawasan piksel berwarna merah, kuning dan hijau. Manakala kawasan piksel biru adalah kawasan tumpuan sejuk iaitu kawasan luar bandar. Data MODIS sesuai dalam kajian yang melibatkan kawasan yang luas tanpa mengira kira jenis guna tanah sesuatu tempat untuk kajian melibatkan suhu permukaan.

## **6. Kesimpulan**

Produk MODIS dapat menawarkan liputan pemandangan yang besar dan resolusi ruangan yang rendah dan oleh itu sesuai untuk kawasan kajian yang besar. Untuk kajian yang melibatkan skala setempat seperti kajian ini yang hanya melibatkan bandaraya Kuching, penggunaan data Landsat amat sesuai kerana dapat membekalkan maklumat yang lebih mendalam seperti jenis guna tanah dan liputan permukaan. Perkara ini kerana Landsat dengan resolusi ruangan yang lebih tinggi berbanding dengan MODIS untuk mencapai tahap perincian yang lebih tinggi untuk maklumat sebab perbezaan suhu permukaan di sesuatu tempat. Hasil kajian ini mendapati ketepatan data daripada satelit Landsat lebih tinggi daripada MODIS kerana faktor resolusi satelit Landsat lebih tinggi iaitu 100-120 meter berbanding dengan satelit MODIS iaitu 5,600 meter. Walau bagaimanapun, data MODIS dapat menyediakan data harian di kawasan kajian kerana satelit MODIS melengkapkan satu putaran orbit 1 hari berbanding dengan satelit Landsat 16 hari. Di samping itu data MODIS dapat menyediakan data siang dan malam kerana kewujudan dua sensor iaitu Aqua dan Terra sejak 2000. Bagi pemantauan jangka masa yang lama, satelit Landsat menyediakan data sejak 1988 melalui generasi satelit ke 5 sehingga sekarang. Pemantauan suhu permukaan membantu pemahaman mengenai tetapan dan trend iklim tempatan, yang mana penting untuk pembangunan langkah-langkah mengatasi dan penyesuaian untuk kelestarian di Bandaraya Kuching.

## **7. Penghargaan**

Terima Kasih kepada NASA kerana polisi "Data Percuma".

## 8. Rujukan

- Karnieli, A., Agam, B., Pinker, R. T., Anderson, M., Gutman, G. G., Panov, N., & Goldner, A. (2009). Use of NDVI and land surface temperature for drought assessment: Merits and limitations. *Journal of Climate*, 23 (3), 618 – 633.
- Batatia, H., & Bessaih, N. (1997). Satellite land surface temperature for Sarawak area. Dalam *Proceedings of the 1997 Asian Conference on Remote sensing. Global Environment Session*.
- de Beurs, K. M., & Henebry, G. M. (2004). Land surface phenology, climatic variation, and institutional change: Analyzing agricultural land cover change in Kazakhstan. *Remote Sensing of Environment*, 89 (4), 497-509.
- Chatterjee, R. S., Singh, N., Thapa, S., Sharma, D., & Kumar, D. (2017). Retrieval of land surface temperature (LST) from landsat TM6 and TIRS data by single channel radiative transfer algorithm using satellite and ground-based inputs. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 58, 264 – 277.
- Coll, C., Caselles, V., Valor, E., & Niclòs, R. (2012). Comparison between different sources of atmospheric profiles for land surface temperature retrieval from single channel thermal infrared data. *Remote Sensing of Environment*, 117, 199 – 210.
- Dash, P., Göttsche, F. M., Olesen, F. S., & Fischer, H. (2002). Land surface temperature and emissivity estimation from passive sensor data: Theory and practice-current trends. *International Journal of Remote Sensing*, 23 (13), 2563 – 2594.
- Garfinkel, C. I., Gordon, A., Oman, L. D., Li, F., Davis, S., & Pawson, S. (2018). Nonlinear response of tropical lower-stratospheric temperature and water vapor to ENSO. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 18 (7), 4597 – 4615.
- Hereher, M. E. (2016). Time series trends of land surface temperatures in Egypt: a signal for global warming. *Environmental Earth Sciences*, 75 (17), 1 – 11.
- Jabatan Perangkaan Malaysia (2011). Banci Penduduk dan Perumahan Malaysia 2010. Wilayah Persekutuan: Putrajaya.
- Jiménez-Muñoz, J. C., & Sobrino, J. A. (2009). A single-channel algorithm for land-surface temperature retrieval from ASTER data. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 7 (1), 176 – 179.
- Jiménez-Muñoz, J. C., Sobrino, J. A., Skoković, D., Mattar, C., & Cristóbal, J. (2014). Land surface temperature retrieval methods from Landsat-8 thermal infrared sensor data. *IEEE Geoscience and remote sensing letters*, 11 (10), 1840 – 1843.
- Kerr, Y. H., Lagouarde, J. P., & Inmbernon, J. (1992). Accurate land surface temperature retrieval from AVHRR data with use of an improved Split Window algorithm. *Remote Sensing Environment*, 41, 197 – 209.
- Kumar, K. S., Bhaskar, P. U., & Padmakumari, K. (2012). Estimation of land surface temperature to study urban heat island effect using landsat ETM + image. *International journal of Engineering Science and technology*, 4 (2), 771 – 778.

- Li, Z. L., Tang, B. H., Wu, H., Ren, H., Yan, G., Wan, Z., & Sobrino, J. A. (2013). Satellite-derived land surface temperature: Current status and perspectives. *Remote sensing of environment*, 131, 14 – 37.
- Meyer, H., Katurji, M., Appelhans, T., Müller, M. U., Nauss, T., Roudier, P., & Zawar-Reza, P. (2016). Mapping daily air temperature for Antarctica based on MODIS LST. *Remote Sensing*, 8 (9), 732.
- Muhammad, I. S., Baharun, A., Ibrahim, H. S., & ZB, W. A. W. (2016). Investigation of Ground Temperature for Heat Sink Application in Kuching, Sarawak, Malaysia. *Journal of Civil Engineering, Science and Technology*, 7 (1), 20 – 29.
- NourEldeen, N., Mao, K., Yuan, Z., Shen, X., Xu, T., & Qin, Z. (2020). Analysis of the spatiotemporal change in land surface temperature for a long-term sequence in Africa (2003–2017). *Remote Sensing*, 12 (3), 488.
- Niclòs, R., Galve, J. M., Valiente, J. A., Estrela, M. J., & Coll, C. (2011). Accuracy assessment of land surface temperature retrievals from MSG2-SEVIRI data. *Remote Sensing of Environment*, 115 (8), 2126 – 2140.
- Ozelkan, E., Bagis, S., Ozelkan, E. C., Ustundag, B. B., Yucel, M., & Ormeci, C. (2015). Spatial interpolation of climatic variables using land surface temperature and modified inverse distance weighting. *International Journal of Remote Sensing*, 36 (4), 1000 – 1025.
- Reuter, D. C., Richardson, C. M., Pellerano, F. A., Irons, J. R., Allen, R. G., Anderson, M., ... & Thome, K. J. (2015). The Thermal Infrared Sensor (TIRS) on Landsat 8: Design overview and pre-launch characterization. *Remote Sensing*, 7 (1), 1135 – 1153.
- Ricky, A. K., & Oliver, O. E. (2021). The Impact of El Niño–Southern Oscillation (ENSO) on Temperature: A Case Study in Kuching, Sarawak. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 6 (1), 289 – 297.
- Ricky, A. K., & Oliver, O. E. (2020). Analyses Water Bodies Effect in Mitigation of Urban Heat Effect: Case Study Small Size Cities Kuching, Sarawak. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 540 (1), 012010. IOP Publishing.
- Rongali, G., Keshari, A. K., Gosain, A. K., & Khosa, R. (2018). Split-window algorithm for retrieval of land surface temperature using Landsat 8 thermal infrared data. *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis*, 2 (2), 1 – 19.
- Sun, D., & Pinker, R. T. (2003). Estimation of land surface temperature from a Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES-8). *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 108 (D11).
- Tan, J., NourEldeen, N., Mao, K., Shi, J., Li, Z., Xu, T., & Yuan, Z. (2019). Deep learning convolutional neural network for the retrieval of land surface temperature from AMSR2 data in China. *Sensors*, 19 (13), 2987.
- U.S. Environmental Protection Agency, 2020. Dilanggan pada 13 April 2021 di <https://www.epa.gov/heatislands>

- Varentsov, M. I., Grishchenko, M. Y., & Wouters, H. (2019). Simultaneous assessment of the summer urban heat island in Moscow megacity based on in situ observations, thermal satellite images and mesoscale modeling. *Geography, Environment, Sustainability*, 12 (4), 74 – 95.
- Vlassova, L., Perez-Cabello, F., Nieto, H., Martín, P., Riaño, D., & De La Riva, J. (2014). Assessment of methods for land surface temperature retrieval from Landsat-5 TM images applicable to multiscale tree-grass ecosystem modeling. *Remote Sensing*, 6 (5), 4345 – 4368.
- Wan, Z., & Dozier, J. (1996). A generalized split-window algorithm for retrieving land-surface temperature from space. *IEEE Transactions on geoscience and remote sensing*, 34 (4), 892 – 905.
- Yu, X., Guo, X., & Wu, Z. (2014). Land surface temperature retrieval from Landsat 8 TIRS—Comparison between radiative transfer equation-based method, split window algorithm and single channel method. *Remote sensing*, 6 (10), 9829 – 9852.
- Zhou, J., Li, J., Zhang, L., Hu, D., & Zhan, W. (2012). Intercomparison of methods for estimating land surface temperature from a Landsat-5 TM image in an arid region with low water vapour in the atmosphere. *International Journal of Remote Sensing*, 33 (8), 2582 – 2602.
- Zhao, W., He, J., Wu, Y., Xiong, D., Wen, F., & Li, A. (2019). An analysis of land surface temperature trends in the central Himalayan region based on MODIS products. *Remote Sensing*, 11 (8), 900.