KOMPARASI KEMAMPUAN CITRA SATELIT LANDSAT DALAM MENGIDENTIFIKASI SUHU PERMUKAAN DARATAN DI KOTA PEKALONGAN

Trida Ridho Fariz¹, Tjaturrahono Budi Sanjoto², Dewi Liesnoor Setyowati²
trfariz@gmail.com

¹Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

²Jurusan Geografi, Universitas Negeri Semarang, Semarang

ABSTRAK

Kajian pemetaan suhu permukaan daratan (LST) berbasis citra Landsat sudah sering dilakukan di Indonesia. Tetapi kajian yang membandingkan kemampuan citra satelit Landsat-7 dan Landsat-8 masih jarang dilakukan. Padahal kedua saluran termal pada citra satelit Landsat-7 dan Landsat-8 memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, sehingga perlu dilakukan kajian untuk membandingkan kemampuan kedua citra satelit tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kemampuan band termal antara citra satelit Landsat 7 dengan citra satelit Landsat 8 hanya untuk identifikasi LST, selain itu juga mengetahui perubahannya secara temporal. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Landsat 7 dan Landsat 8. Tahapan analisis data dimulai dengan pengolahan citra satelit untuk suhu permukaan daratan yang terdiri dari kalibrasi radian, koreksi atmosferik, konversi *brightness temperature* lalu diakhiri dengan konversi suhu permukaan daratan. Setiap peta suhu permukaan daratan dianalisis statistik berupa regresi linier dengan data suhu permukaan daratan hasil pengukuran lapangan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa citra satelit Landsat 8 cenderung lebih baik dalam memetakan LST di Kota Pekalongan. Citra satelit Landsat 8 juga digunakan untuk mengidentifikasi perubahan LST di Kota Pekalongan. Kota Pekalongan dalam kurun tahun 2015 sampai 2019 telah terjadi peningkatan suhu sekitar 0,6°C. Wilayah yang mengalami perubahan suhu terbesar adalah Kecamatan Pekalongan Selatan.

Kata kunci: Suhu permukaan daratan, Landsat 7, Landsat 8

PENDAHULUAN

Jalur Pantura merupakan jalur utama dalam proses distribusi barang serta koridor perekonomian baik di Pulau Jawa hingga nasional. Hal ini membuat beberapa kawasan perkotaan tumbuh pesat disepanjang jalur ini, tak terkecuali Kota Pekalongan. Kota Pekalongan adalah kota pesisir di utara Jawa Tengah yang terindikasi terdampak perubahan iklim berupa peningkatan suhu. Indikasi tersebut seperti terjadi kenaikan suhu di pesisir utara Jawa Tengah dari tahun 2004 sampai 2014 sebesar 0,253°C (BMKG Semarang, 2015) dan dibarengi dengan bertambahnya luasan area terbangun di Kota Pekalongan sebesar 6,2% pada kurun tahun 2009 sampai 2016 (Wijaya & Susetyo, 2017).

Meningkatnya suhu bumi tak bisa dilepaskan dari fenomena UHI (*Urban Heat Island*). UHI merupakan fenomena iklim di mana daerah perkotaan memiliki suhu udara lebih tinggi dari daerah pinggiran karena faktor antropogenik dari permukaan tanah (Abutaleb *et al*, 2014). Identifikasi serta karakterisasi dari UHI biasanya didasarkan pada suhu permukaan daratan atau *land surface temperature* (LST) yang bervariasi secara spasial (Jeevalakshmi *et al*, 2017; Joshi & Bhatt, 2012). LST adalah suhu dari kulit permukaan tanah yang berarti tutupan lahan dan dapat diketahui melalui penginderaan jauh menggunakan saluran inframerah termal seperti citra satelit Landsat (Jeevalakshmi *et al*, 2017).

Kajian pemetaan LST berbasis citra Landsat sudah sering dilakukan di Indonesia. Fawzi & Jatmiko (2015) dan Fariz (2017) memetakan LST menggunakan citra satelit Landsat 7, sedangkan Kalinda dkk (2018) dan Sulistiyono *et al* (2018). Tetapi kajian yang membandingkan kemampuan citra satelit Landsat-7 dan Landsat-8 masih jarang dilakukan. Padahal kedua saluran termal pada citra satelit Landsat-7 dan Landsat-8 memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, sehingga perlu dilakukan kajian untuk membandingkan kemampuan kedua citra satelit tersebut.

Kajian membandingkan saluran termal antara citra satelit Landsat 7 dengan citra satelit Landsat 8 sudah pernah dilakukan. Nugraha *et al* (2019) pernah membandingkan kemampuan saluran termal antara citra satelit Landsat 7 dengan citra satelit Landsat 8 untuk kajian kekeringan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kemampuan band termal antara citra satelit Landsat 7 dengan citra satelit Landsat 8 hanya untuk identifikasi LST, selain itu juga mengetahui perubahannya secara

temporal. Manfaat teoritis dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi bagi para akademisi yang mendalami kajian LST menggunakan citra satelit Landsat.

METODE

Lokasi yang menjadi wilayah penelitian adalah di Kota Pekalongan. Kota Pekalongan merupakan salah satu kota pesisir di Provinsi Jawa Tengah (Gambar 1), posisinya terhitung strategis karena dilewati oleh jalur pantura. Obyek penelitian ini adalah suhu permukaan daratan di kota tersebut. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Landsat 7 perekaman 21 Mei 2015 dan citra satelit Landsat 8 perekaman 29 Mei 2015. Beberapa tahapan pengolahan dan analisis data tersaji sebagai berikut.

Gambar 1. Letak Kota Pekalongan yang merupakan lokasi penelitian
(Sumber: Hasil penelitian, 2019)

Pra-pengolahan citra dan kalibrasi radiansi

Pra-pengolahan citra terdiri dari koreksi geometri dan radiometri. Koreksi geometri tidak dilakukan pada penelitian ini mengingat citra satelit yang digunakan adalah citra level 1T. Proses koreksi radiometri dan atmosferik dilakukan secara otomatis melalui *Semi-automatic Classification Plug-in* pada *software* QGIS. Koreksi radiometri berupa kalibrasi reflektan dan koreksi atmosferik berupa DOS (*Dark of subtraction*) dilakukan pada band NIR dan merah, khusus untuk band termal koreksi radiometri hanya dilakukan sampai kalibrasi radian. Persamaan yang digunakan untuk kalibrasi band termal merujuk pada masing-masing handbook Landsat 7 (USGS, 2018) dan Landsat 8 (USGS, 2019) adalah sebagai berikut

$$L_{\lambda} = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{QCAL_{\max} - QCAL_{\min}} \times (QCAL - QCAL_{\min}) + L_{\min}$$

L_{λ} (Landsat 7) : Radiansi spektral
 $L_{\max}$: Radiansi Spektral ke QCAL max
 $L_{\min}$: Radiansi Spektral ke QCAL min
 $QCAL_{\min}$: Nilai minimum piksel
 $QCAL_{\max}$: Nilai maksimum piksel
 $QCAL$: Band termal Landsat 7

Sumber: USGS, 2018

$$L_{\lambda} = M_L \times Q_{cal} + A_L$$

L_{λ} (Landsat 8) : Nilai radian spektral
 M_L : Band spesifik *multiplicative rescaling*
 Q_{cal} : Band termal Landsat 8
 A_L : Band spesifik *addictive rescaling*

Sumber: USGS, 2019

Konversi radiansi menjadi temperatur radian

Konversi radiansi spektral menjadi temperatur radian atau *brightness temperature* dilakukan secara otomatis melalui *Semi-automatic Classification Plug-in* pada *software* QGIS. Output dari proses ini adalah temperatur radian dengan satuan celcius. Adapun persamaan yang digunakan merujuk pada masing-masing handbook Landsat 7 dan Landsat 8 sebagai berikut

$$T_B = \frac{K2}{1 + \left(\frac{K1}{L_T} + 1 \right)}$$

T_B : Suhu Radian
 $K2$: 1282.71
 $K1$: 666.09 (W/(m²*ster*µm))
 L_T : Radiansi Spektral

Sumber: USGS, 2019

Koreksi emisivitas

Emisivitas atau daya pancar (ϵ) merupakan perbandingan antara tenaga pancar suatu obyek apabila dibandingkan dengan tenaga pancar benda hitam pada temperature yang sama pada saat pemancaran terjadi. Setiap obyek memiliki nilai emisivitas yang berbeda, tubuh air dan vegetasi rapat seperti hutan merupakan tutupan lahan yang memiliki emisivitas tertinggi (Alipour *et al*, 2010). Tahapan koreksi emisivitas adalah membangun indeks vegetasi NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), menghitung nilai Pv (*Proportion of vegetation*) lalu diakhiri dengan menghitung nilai emisivitas (Suresh *et al*, 2016). Indeks vegetasi NDVI yang digunakan pertama kali oleh Rouse *et al* (1973) dipilih karena indeks ini adalah indeks vegetasi yang paling umum. Persamaan NDVI, PV (Jiménez-Muñoz *et al*, 2009) dan emisivitas (Suresh *et al*, 2016) tersaji sebagai berikut

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

$$PV = \frac{NDVI - NDVI_{soil}}{NDVI_{veg} - NDVI_{soil}}$$

$NDVI$: Normalised difference vegetation index
 NIR : Band inframerah dekat
 Red : Band merah
 PV : Proportion of vegetation
 $NDVI$: Normalised difference vegetation index
 $NDVI_{soil}$: 0,15
 $NDVI_{veg}$: 0,801 ± 0,012

Sumber: Rouse *et al*, (1973)

Sumber: Jiménez-Muñoz *et al*, 2009

$$\epsilon = 0.004 \times Pv + 0.986$$

ϵ : Emisivitas

Pv : Proportion of vegetation

Sumber: Suresh *et al*, 2016

Konversi LST (suhu permukaan daratan)

Konversi temperature radian ke temperatur permukaan dengan persamaan dari Artis & Carnahan (1982). Persamaan ini melibatkan nilai emisivitas yang telah dihitng sebelumnya

$$T_S = \left(\frac{T_B}{1 + (\lambda T_B / \rho) \ln \epsilon} \right)$$

T_S : Suhu Permukaan

T_B : Suhu Radian

λ : Panjang gelombang dari radiasi yang di pancarkan sebesar 11.5 µm.

ρ : hc/K (1.438 x 10⁻² mK)

ϵ : Emisivitas Obyek

Sumber: Artis & Carnahan, 1982

Pengujian kemampuan band termal Landsat 7 dan Landsat 8

Proses pengujian kemampuan band termal Landsat 7 dan Landsat 8 dalam identifikasi LST adalah dengan membandingkan LST dari Landsat 7 dan Landsat 8 dengan data hasil pengukuran lapangan. Data hasil pengukuran lapangan berupa suhu permukaan obyek yang diukur menggunakan thermometer inframerah. Jumlah sampel yang diambil sebanyak 30 buah. Teknik analisisnya menggunakan analisis statistic regresi linier untuk mengetahui tingkat presisinya, sedangkan tingkat akurasi menggunakan perhitungan RMSE (*Root mean square error*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komparasi kemampuan band termal Landsat 7 dan Landsat 8 dalam identifikasi LST

Satelit Landsat 7 diluncurkan pada April 1999. Citra satelit ini memiliki resolusi spasial 30 m pada band 1 sampai 5 dan 7 multispektral, 15 m pada band 8 pankromatik dan 60 m band 6 termal. Peluncuran Satelit Landsat 7 ETM+ hanya bertahan kurang dari 5 tahun, pada bulan Mei 2003 satelit tersebut mengalami kerusakan pada *Scan Line Corrector* (SLC). Kerusakan ini mengakibatkan munculnya strip atau garis hitam pada area perekaman sehingga citra tidak utuh. Pada 11 Februari 2013, satelit Landsat 8 pun diluncurkan. Perbedaan citra satelit Landsat 8 dengan pendahulunya adalah jumlah band sebanyak 11 band, band tambahan yaitu band 1 (*coastal blue*), band 9 (*cirrus*) dan band termal yang terpisah menjadi band 10 dan band 11.

Khusus untuk band termal, resolusi spasial band termal Landsat 7 adalah 60m sedangkan pada landsat 8 justru lebih kecil yaitu sebesar 90m. Permasalahan resolusi spasial ini bisa diatasi melalui proses koreksi emisivitas menggunakan NDVI yang melibatkan band multispektral yang notabene memiliki resolusi spasial 30m. Proses ini membuat resolusi spasial output dari LST akan meningkat (*upscaling*) menjadi 30m.

Hasil pengolahan LST menunjukkan bahwa pola persebaran suhu antara LST dari Landsat 7 dan Landsat 8 cenderung sama (Gambar 2). Jika dilihat dari nilai piksel, nilai rata-rata LST di Kota Pekalongan pada Landsat 7 adalah 29,1⁰C sedangkan pada Landsat 8 adalah 28,9⁰C.

Gambar 2. Perbandingan LST dari Landsat 7 dan Landsat 8 di Kota Pekalongan

Hasil analisis statistik berupa regresi linier menunjukkan bahwa LST yang dibangun dari Landsat 7 memiliki korelasi (R) dan koefisien determinasi (R^2) lebih baik dari LST yang dibangun dari Landsat 8. Tetapi jika dinilai berdasarkan akurasinya melalui perhitungan RMSE, LST yang dibangun dari Landsat 8 memiliki RMSE yang lebih kecil dari LST yang dibangun dari Landsat 7. Pengujian kemampuan citra lebih menekankan pada akurasinya (RMSE) ketimbang presisinya (koefisien determinasi), sehingga secara umum citra satelit Landsat 8 memiliki kemampuan lebih baik ketimbang citra satelit Landsat 7 dalam mengidentifikasi LST di Kota Pekalongan. Berdasarkan Nugraha *et al* (2019) secara umum Landsat 8 juga lebih baik dari Landsat 7 dalam mengidentifikasi LST untuk kekeringan sedangkan berdasarkan Roy *et al* (2016) indeks vegetasi NDVI yang dibangun dari Landsat 8 lebih baik dari NDVI yang dibangun dari Landsat 7.

Gambar 3. Peta Suhu Permukaan Daratan Kota Pekalongan

Hasil komparasi ini secara subyektif masih dinilai peneliti sebagai kajian awal saja. Hal ini mengingat sampel yang digunakan dalam penelitian ini terdapat banyak keterbatasan yang mungkin menjadi faktor yang membuat hasil perbandingan menjadi bias. Pertama adalah waktu pengukuran suhu lapangan yang kurang sesuai dengan waktu perekaman citra, dimana pengukuran suhu lapangan dilakukan pada pukul 09.00 sampai 10.30 sedangkan jam perekaman citra sekitar jam 09.45. Kedua adalah hari pengukuran suhu lapangan yang tak sesuai dengan hari perekaman citra, walaupun ada beberapa sampel yang berhasil diambil sesuai dengan hari perekaman citra. Ketiga adalah 1 piksel yang hanya diwakilkan oleh 1 sampel saja. Menurut peneliti hal ini tidak representatif mengingat ukuran 1 piksel adalah 30x30m dan terdapat banyak jenis tutupan lahan yang tercampur. Hal yang utama dalam pengambilan sampel suhu permukaan lapangan adalah dengan menggunakan jumlah surveyor yang banyak. Semakin banyak jumlah surveyor maka jumlah sampel akan lebih banyak atau terkumpul dalam waktu yang singkat.

Perubahan LST di Kota Pekalongan

Mengidentifikasi perubahan spasial LST pada suatu wilayah adalah hal yang penting. Walaupun LST hanya menyajikan kondisi suhu tutupan lahan tetapi LST dapat mewakili kondisi suhu udara dengan sangat baik. Berdasarkan studi Widyasamratri *et al* (2013) di perkotaan Jakarta, menunjukkan bahwa LST dan suhu udara memiliki korelasi dan koefisien determinasi yang baik. Sehingga identifikasi suhu udara secara spasial akan lebih representatif ketimbang hanya menggunakan metode interpolasi antar titik sampel suhu udara.

Hasil penelitian ini sebelumnya menyatakan bahwa LST yang dibangun dari Landsat 8 memiliki akurasi yang sedikit lebih baik. Oleh karena itu citra satelit Landsat 8 akan digunakan untuk mengidentifikasi perubahan LST di Kota Pekalongan. Citra satelit Landsat 8 yang digunakan adalah perekaman 29 Mei 2015 dan 25 Juni 2019.

Hasil dari pengolahan LST menunjukkan bahwa secara spasial terdapat perubahan nilai LST di Kota Pekalongan. Nilai rata-rata LST di Kota Pekalongan pada 29 Mei 2015 adalah sebesar 28,9°C sedangkan pada 25 Juni 2019 sebesar 29,5°C. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa LST di Kota Pekalongan dalam kurun tahun 2015 sampai 2019 terjadi peningkatan suhu sebesar 0,6°C atau sekitar 0,15°C per tahun.

Gambar 4. Perbandingan LST tahun 2015 dan 2019 di Kota Pekalongan

LST di Kota Pekalongan jika dilihat berdasarkan administrasinya, menunjukkan bahwa Kecamatan Pekalongan Barat yang mempunyai suhu rata-rata tertinggi baik tahun 2015 dan 2019. Kecamatan Pekalongan Selatan adalah wilayah dengan perubahan LST tertinggi, sedangkan Kecamatan Pekalongan Utara adalah wilayah dengan perubahan LST terendah. Faktor utama dalam peningkatan suhu adalah perubahan penutup lahan seperti peningkatan kepadatan lahan terbangun (Joshi & Bhaat, 2012), dan faktor ini yang mungkin menjadi penyebab Kecamatan Pekalongan Selatan menjadi wilayah dengan perubahan LST tertinggi. Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Pekalongan (Pemerintah Kota Pekalongan, 2011), Kecamatan Pekalongan Barat adalah wilayah dengan fungsi pusat pertumbuhan ekonomi di Kota Pekalongan, tetapi sudah terhitung padat sehingga diasumsikan bahwa pertumbuhan lahan terbangun mengarah ke selatan yaitu Kecamatan Pekalongan Selatan. Hal ini juga diperkuat bahwa Kecamatan Pekalongan Utara termasuk wilayah rawan banjir rob dan penurunan tanah (Nashrullah *et al*, 2013).

Tabel 1. Nilai LST tiap kecamatan di Kota Pekalongan

Kecamatan	LST tahun 2015 (C ⁰)			LST tahun 2019 (C ⁰)			Luas (Km ²)
	Minimu m	Maksimu m	Rata- rata	Minimu m	Maksimu m	Rata- rata	
Pekalongan Barat	26.77	32.57	29.91	26.17	33.23	30.57	10.07
Pekalongan Selatan	26.35	31.40	28.58	26.30	33.48	29.65	10.77
Pekalongan Timur	25.62	32.51	29.23	22.63	33.02	29.83	9.95
Pekalongan Utara	26.16	32.87	28.27	25.67	33.53	28.34	15.00

Sumber: Hasil penelitian, 2019

LST yang tinggi pada daerah perkotaan tidak hanya disebabkan oleh tutupan lahan. Polusi udara juga menjadi penyebab dari suhu permukaan daratan yang tinggi. Weng & Yang (2006) menyatakan bahwa pola spasial polutan udara berkorelasi positif terhadap kepadatan bangunan kota dan LST yang berasal dari citra satelit. Band termal inframerah pada citra satelit dapat berperan khusus dalam monitoring dan pemodelan polusi udara. Jadi pencemaran udara yang tinggi dapat menyebabkan LST yang tinggi pula selain itu LST dapat dijadikan indikator adanya pencemaran udara disuatu wilayah.

Kajian komparasi dan identifikasi perubahan LST dalam penelitian ini masih terdapat banyak keterbatasan. Selain faktor sampel lapangan yang sudah dipaparkan sebelumnya, LST yang dibangun hanya menggunakan satu transformasi saja, sebaiknya juga membandingkan beberapa transformasi yang melibatkan koreksi atmosferik seperti Kalinda dkk (2018) maupun beberapa teknik pengolahan LST yaitu antara *split-window* dan *single channel* seperti Hung dan Tuyen (2019).

KESIMPULAN

Citra satelit Landsat 8 selain terbebas dari *striping* akibat dari SLC-off juga memiliki RMSE yang lebih baik, sehingga citra satelit Landsat 8 cenderung lebih baik dalam memetakan LST di Kota Pekalongan. Citra satelit Landsat 8 juga digunakan untuk mengidentifikasi perubahan LST di Kota Pekalongan dan menunjukkan bahwa dalam kurun tahun 2015 sampai 2019 telah terjadi peningkatan suhu sekitar 0,6°C. Wilayah yang mengalami perubahan suhu terbesar adalah Kecamatan Pekalongan Selatan.

Penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan terutama pada sampel yang digunakan untuk membandingkan kemampuan citra satelit Landsat 7 dan Landsat 8. Solusinya adalah menggunakan banyak personel saat pengambilan sampel suhu dilapangan. Selain itu beberapa metode pengolahan perlu dibandingkan juga.

UCAPAN TERIMA KASIH (*Acknowledgement*)

Ucapan terima kasih kepada Hasti Widyasamratri, S.Si, M.Eng, Ph.D dan Akbar Cahyadi Perdana Putra S.Si yang telah berbagi ilmu dan berdiskusi dalam pengolahan citra satelit.

DAFTAR REFERENSI

- Abutaleb, K. Ngie, A. Darwish, A. Ahmed, M. Arafat, S. Ahmed, F. (2015). *Assessment of Urban Heat Island Using Remotely Sensed Imagery over Greater Cairo, Egypt*. *Advances in Remote Sensing*, 2015, 4, 35-47.
- Alipour, T. Sarajian M R. Esmaeily. (2010). *Land Surface Temperature Estimation From Thermal Band Of Landsat Sensor, Case Study: Alashtar City*. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XXXVIII-4/C7.
- Artis, D.A. and Carnahan W.H. (1982). *Survey of emissivity variability in thermography of urban areas*. *Remote Sensing of Environment*. Vol 12, Issue 4, September 1982, pp. 313-329
- Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Kota Semarang. (2015). *Trend Suhu Rata-Rata Tahunan Stasiun Klimatologi Kota Semarang*.
- Fariz, T.R. (2016). *Pemanfaatan citra satelit dan sistem informasi geografis untuk pengembangan ruang terbuka hijau berdasarkan estimasi suhu permukaan daratan di Kota Pekalongan*. Skripsi. Semarang: Jurusan Geografi UNNES
- Fawzi, I.N and Jatmiko, R.H. (2015). *Heat island detection in coal mining areas using multitemporal remote sensing*. *Proceedings of the 36th Asian Conference on Remote Sensing*
- Hung, T.L. Tuyen, V.D. (2019). *Comparison of Single-channel and Split-window Methods for Estimating Land Surface Temperature from Landsat 8 Data*. *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, [S.l.], v. 35, n. 2, June 2019
- Jeevalakshmi, D. Reddy, S.N. Manikiam, B. (2017). *Land Surface Temperature Retrieval from LANDSAT data using Emissivity Estimation*. *International Journal of Applied Engineering Research* ISSN 0973-4562 Vol 12, Number 20 (2017) pp. 9679-9687
- Jiménez-Muñoz, J. Sobrino, J. Plaza, A. Guanter, L. Moreno, J. Martinez, P. (2009). *Comparison Between Fractional Vegetation Cover Retrievals from Vegetation Indices and Spectral Mixture Analysis: Case Study of PROBA/CHRIS Data Over an Agricultural Area*. *Sensor*, 9, 768-793.
- Joshi, J.P and Bhatt, B. (2012). *Estimating temporal land surface temperature using remote sensing: A study of Vadodara urban area, Gujarat*. *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences* ISSN: 2277-2081 (Online) 2012 Vol. 2 (1) May-August, pp.123-130
- Kalinda, I.O.P. Sasmito, B. Sukmono, A. (2018). *Analisis pengaruh atmosfer terhadap deteksi land surface temperature menggunakan citra Landsat 8 di Kota Semarang*. *Jurnal Geodesi Undip* Vol 7, No 3, Tahun 2018

- Nashrullah, S. Aprijanto. Pasaribu, J.M. Hazarika, M.K. Samarakoon, L. (2013). *Study on flood inundation in Pekalongan, Central Java*. International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences Vol.10 No.2 December 2013:76-83
- Nugraha, A.S.A. Gunawan, T. Kamal, M. (2019). *Comparison of Land Surface Temperature Derived From Landsat 7 ETM+ and Landsat 8 OLI/TIRS for Drought*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 313 (2019) 012041
- Pemerintah Kota Pekalongan. (2011). *Peraturan Daerah Kota Pekalongan Nomor 30 Tahun 2011, tentang rencana tata ruang wilayah Kota Pekalongan Tahun 2009 - 2029*. Pemerintah Kota Pekalongan
- Roy, D.P. Kovalsky, V. Zhang, H.K. Vermote, E.F. Yan, L. Kumar, S.S. Egorov, A. (2016). *Characterization of Landsat-7 to Landsat-8 reflective wavelength and normalized difference vegetation index continuity*. Remote Sensing of Environment 185 (2016) 57–70
- Rouse, J. W. Haas, R. H. Schell, J. A. Deering, D. W. (1973). *Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS*. Third Symposium on Significant Results Obtained with ERTS-1. NASA SP-351, pp. 309-317
- Sobrino, J.A. Jiménez-Muñoz, J.C. Paolini, L. (2004). *Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5*. Remote Sensing of Environment 90, 434-440.
- Sulistiyono, N. Basyuni, M. Slamet, B. (2018). *Land surface temperature distribution and development for green open space in Medan city using imagery-based satellite Landsat 8*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 126 (2018) 012128
- Suresh, S. Suresh, A. Mani, K. (2016). *Estimation of land surface temperature of highrange mountain landscape of Devikulam Taluk using Landsat 8 data*. IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology Vol: 05 Issue: 01
- USGS. 2018. *Landsat 7 (L7) Data Users Handbook Version 2.0*. South Dakota: Department of the Interior USGS
- USGS. 2019. *Landsat 7 (L8) Data Users Handbook Version 5.0*. South Dakota: Department of the Interior USGS
- Weng, Q & Yang S. (2006). *Urban Air Pollution Patterns, Land Use, and Thermal Landscape: An Examination Of The Linkage Using GIS*. Environmental Monitoring and Assessment, 117(4), pp.463-489, (2006)
- Widyasamratri, H. Souma, K. Suetsugi, T. Ishidaira, H. Ichikawa, Y. Kobayashi, H. Inagak, I. (2013). *Air Temperature Estimation from Satellite Remote Sensing to Detect the Effect of Urbanization in Jakarta, Indonesia*. Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (JETEAS) 4(6): 800-805
- Wijaya, A dan Susetyo, C. (2017). *Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Pekalongan Tahun 2003, 2009, dan 2016*. Jurnal Teknik ITS Vol. 6, No. 2 (2017), 2337-3520