

ANALISIS AKURASI *MTMF* TERHADAP DETEKSI JALAN ASPAL PADA CITRA LANDSAT 8

Arief Yamin^{1*}, Retnadi Heru Jatmiko², Nur Mohammad Farda³

¹Program Studi S2 Penginderaan Jauh, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada

²Departemen Sains Informasi Geografi, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada

Email: yamin.arief@gmail.com

Abstrak: Data geospasial (spasial) jalan telah menjadi kebutuhan penting yang tak terhindarkan dalam kehidupan masyarakat saat ini. Data spasial jalan tidak hanya bisa dimanfaatkan dalam perencanaan dan pemantauan pembangunan wilayah namun juga merambah dalam keseharian masyarakat yang terlihat antara lain dari intensifnya penggunaan aplikasi-aplikasi *mobile services* berbasis data spasial jalan pada perangkat *mobile*. Oleh karena itu ketersediaan data spasial jalan yang lengkap-akurat-kekinian mutlak adanya. Pembaruan data spasial jalan melalui deteksi dengan penginderaan jauh menggunakan citra satelit resolusi tinggi telah diterima secara luas sebagai bentuk kompromi antara efisiensi biaya dan waktu dengan tingkat akurasi yang diperlukan. Namun kendalanya akses terhadap citra resolusi tinggi ini sangat terbatas. Penelitian ini menggunakan metode *mixture tuned matched filtering* (MTMF) untuk mendeteksi fraksi piksel jalan aspal pada citra resolusi menengah yaitu Landsat 8 OLI path 127 row 61 subscene sebagian wilayah Kota Padang yang telah terkoreksi ke level topografik. Akurasi metode MTMF diukur melalui uji akurasi deteksi (*sensitivity* dan *specificity*) dan uji akurasi posisi (*circular error* (CE)90). Hasil uji akurasi deteksi menunjukkan *sensitivity* sebesar 67,51% dan *specificity* sebesar 53,02%. Hasil uji akurasi posisi menunjukkan nilai *CE90* sebesar 45,07.

Kata kunci: *MTMF*, jalan aspal, *spectral unmixing*

Abstract: *Geospatial (spatial) data of roads has become an important necessity which is inevitable in recent society. Road spatial data can not only be used in planning and monitoring regional development but also penetrate people's daily lives, which can be seen from the intensive use of mobile services applications based on road spatial data on mobile devices. Therefore, the complete-accurate-update road spatial data must be absolutely available. The updating of road spatial data by remote sensing detection using high-resolution satellite imagery has been widely accepted as a compromise between cost and time efficiency with the required level of accuracy. However, the problem is that the access to this high resolution image is very limited. This study seeks to utilize mixture tuned matched filtering (MTMF) for asphalt road pixels detection on medium resolution imagery, Landsat 8 OLI path 127 row 61, subscene of the Padang City, that has been corrected to the topographic level. The accuracy of the MTMF method is measured by performing detection accuracy test (sensitivity and specificity) and positional accuracy test (circular error (CE90)). The results of the test indicated that sensitivity value is 67.51% and specificity value is 53.02%. The result of the positional accuracy test indicated the CE90 value of 45.07.*

Keywords: *MTMF*, asphalt road, *spectral unmixing*

PENDAHULUAN

Penginderaan jauh telah dimanfaatkan untuk studi kekotaan pada berbagai macam aplikasi seperti pemetaan penutup/penggunaan lahan, perencanaan tata ruang wilayah kota, pemantauan pertumbuhan kawasan kota, analisis resiko/mitigasi bencana, termasuk kajian ekologi kawasan kota. Pemanfaatan penginderaan jauh untuk studi kekotaan tersebut dipicu karena adanya kebutuhan informasi kekinian (*up-to-date*) tentang lingkungan kawasan perkotaan dengan penekanan pada analisis spasial objek atau struktur buatan (*man made materials/structures*). Struktur buatan ini signifikan untuk dianalisis karena pengaruhnya terhadap iklim, ekologi, dan kerentanan akan bahaya bencana alam ataupun bencana akibat struktur buatan manusia [1].

Keberadaan struktur buatan secara umum terlihat sebagai suatu permukaan kedap air (*impervious surface*) baik berupa bangunan (pemukiman, aktifitas jasa/komersial) ataupun berupa areal terbuka (area parkir, jalan). Keberadaan *impervious surface* ini pada satu sisi berdampak terhadap berkurangnya peresapan air tanah, meningkatnya limpasan permukaan dan meningkatnya suhu permukaan [2]. Namun pada sisi lain, komposisi khas antara liputan *impervious surface* dengan non *impervious surface* pada kawasan perkotaan yang membentuk pola ruang wilayahnya dapat menjadi ciri pembeda dengan kawasan non perkotaan dan juga dapat menjadi indikator fisik tingkat pembangunan (*level of urbannes*) kota tersebut [3].

Salah satu unsur yang membentuk permukaan kedap air di kawasan perkotaan adalah jaringan jalan. Jalan sebagai memiliki peran penting dan strategis dalam pembangunan dan pengembangan wilayah.

Jalan berperan menghubungkan pemukiman dan pusat kegiatan/simpul pelayanan, memudahkan pergerakan dan perpindahan orang dan/atau barang antara pusat kegiatan/simpul pelayanan tersebut. Dengan kata lain, jalan sebagai infrastruktur transportasi darat memiliki peran untuk mempermudah distribusi dan meningkatkan aksesibilitas antara pusat kegiatan/simpul pelayanan dalam kota dan dengan daerah lain disekitarnya [4]. Mengingat strategisnya peran jalan tersebut sehingga dalam setiap kegiatan perencanaan pembangunan dan pengembangan wilayah yang melibatkan proses analisis spasial untuk penataan ruang ataupun pemilihan lokasi mutlak membutuhkan data jalan. Ditambah lagi dengan pesatnya kemajuan *mobile technology*, pemanfaatan data jalan merambah pada aplikasi *Web-GIS Thematical Services, Location Based Services, Geo-Research Services, Geo-IT Services, Geo- Souvenir, dan Geo-Festival* [5]. Data jalan tersebut tidak lagi berupa data aspasial melainkan dalam bentuk data geospasial jalan yaitu data jalan dalam konteks keruangan.

Di Indonesia, penyediaan data geospasial jalan (transportasi) sebagai bagian Informasi Geospasial Dasar (IGD) merupakan kewenangan dari Badan Informasi Geospasial (BIG) sesuai pasal 12 dan 22 Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial. Data geospasial tersebut oleh BIG disediakan untuk diakses publik pada situs geoportalnya. Namun faktanya, informasi geospasial dasar yang direpresentasikan pada Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) seringkali tidak ada atau tidak lengkap.

Tabel 1 Status Ketersediaan Peta RBI Sampai 2017

No	Peta RBI Skala	Cakupan Nasional (NLP)	Belum tersedia (NLP)	Ketersediaan s.d. 2017	
				(NLP)	(%)
1	1:1000	-	-	-	-
2	1:5.000	377.824	373.902	3.922	1.04
3	1:10.000	91.547	90.473	1.074	1.17
4	1:25.000	13.020	8.239	4.781	36.72
5	1:50.000	3.899	393	3.506	89.92
6	1:100.000	1.259	1.233	26	2.07
7	1:250.000	309	0	309	100.
8	1:500.000	103	0	103	100.
9	1:1.000.000	37	0	37	100.

Sumber: [6]

Selain itu, data geospasial jalan sebagai bagian informasi geospasial dasar seringkali tidak lagi sesuai dengan kondisi terbaru karena dinamisnya perubahan akibat faktor kerusakan jalan dan intensnya kegiatan peningkatan atau rekonstruksi jalan [6]. Mengingat hal tersebut perlu dilakukan akuisisi dan pembaruan data geospasial jalan secara berkala agar data tersebut dapat merepresentasikan kondisi terkini objek spasial jalan. Metode yang umum digunakan dalam akuisisi data geospasial jalan adalah survei terestris. Metode ini adalah pemetaan menggunakan alat GPS (*global positioning system*) dengan cara *tracking* di sepanjang jaringan jalan. Metode GPS *tracking* ini dapat dikatakan cukup efektif akan tetapi kurang efisien karena banyak memakan waktu dan menghabiskan sumber daya meskipun survei yang dilakukan hanya pada porsi kecil dari keseluruhan jaringan jalan.

Bertolak dari kompromi antara efisiensi biaya dan waktu dengan tingkat akurasi yang diperlukan, penginderaan jauh kemudian menjadi pilihan untuk memperoleh data geospasial termasuk data geospasial jalan. Pemanfaatan penginderaan jauh dalam penelitian/kajian tentang deteksi dan ekstraksi informasi spasial jalan dari citra bukan

merupakan hal yang baru. Namun sampai saat ini deteksi objek spasial jalan dengan metode penginderaan jauh masih menjadi bidang kajian yang diminati dan menantang apalagi untuk lokasi kajian di kawasan perkotaan yang faktanya memiliki spektral penutup lahan yang sangat heterogen dan adanya efek bayangan sebagai akibat dari faktor *slope-aspect*, pepohonan peneduh, dan bangunan tinggi di sekitar objek spasial jalan.

Mengingat bahwa metode penginderaan jauh yang akan digunakan dalam penelitian ini berbasis spektral sehingga objek penelitian dibatasi dan difokuskan hanya pada jalan dengan lapisan permukaan aspal. Penelitian ini berupaya menilai akurasi terhadap respon spesifik yang dihasilkan oleh metode penginderaan jauh yang dipilih pada citra yang digunakan sebagai sumber data untuk mendeteksi objek spasial jalan aspal.

Metode yang dipilih untuk deteksi fraksi jalan aspal dalam penelitian ini adalah *Mixture Tuned Matched Filtering (MTMF)* yang termasuk kategori *partial spectral unmixing*. MTMF merupakan metode hibrid yang mengkombinasikan kelebihan metode *matched filter* dengan *linear mixture (mixture tuned)*. Kelebihan metode *matched filter* yaitu pendeteksian keberadaan *endmember* target dalam suatu piksel campuran dapat dilakukan dengan hanya didasarkan pada informasi spektral dari *endmember* target dan tidak memerlukan informasi spektral dari seluruh *endmember* penyusun piksel dalam area liputan citra. Sedangkan *mixture tuned* handal dalam mengidentifikasi dan menolak *false positive* dari hasil *matched filter* meskipun dalam kondisi kelimpahan target dan level kontras spektral yang sangat rendah [7]. Keunggulan ini kemudian yang menjadi pertimbangan untuk menggunakan metode MTMF dalam deteksi dan ekstraksi informasi spasial jalan aspal dari citra.

Terlepas dari keunggulannya tersebut, metode MTMF belum pernah digunakan untuk mendeteksi jalan aspal pada citra resolusi menengah seperti Landsat 8 OLI oleh karena pada umumnya citra yang digunakan untuk penelitian deteksi jalan adalah citra resolusi tinggi atau citra hiperspektral sehingga nilai akurasi metode ini belum dapat diketahui. Bertolak dari fakta-fakta tersebut, penelitian ini berupaya mengukur tingkat akurasi metode MTMF dalam mendeteksi fraksi jalan aspal pada citra Landsat 8 OLI. Selain nilai akurasi deteksi, penelitian ini juga menghitung akurasi posisi terhadap citra hasil deteksi MTMF yang telah terklasifikasi. Kedua jenis akurasi ini diharapkan dapat memberikan gambaran sejauh mana kemampuan metode MTMF dalam mendeteksi objek spasial pada level subpiksel seperti objek jalan aspal.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada dalam wilayah Kota Padang. Kota Padang dengan luas wilayah 694,93 km². Area penelitian adalah sebagian wilayah kota yang meliputi luas 131,4 km² terletak pada 643679-657616 mT, 9889024-9911385 mU zona UTM 47M. **Gambar 1** berikut ini adalah lokasi penelitian berdasarkan rekaman citra Landsat 8 yang diakuisisi pada tanggal 25 Mei 2019.



Gambar 1 Lokasi penelitian

Data

Data yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Citra Landsat 8 OLI path 127 row 61 level koreksi L1T tanggal akuisisi 25 Mei 2019 bersumber dari <https://earthexplorer.usgs.gov/>.
2. Peta cetak RBI digital skala 1:10.000 NLP: 0715-3213 (Bukit Gado-gado), 0715-3216 (Padang), 0715-3219 (Parupuk Tabing), 0715-3221 (Teluk Bayur), 0715-3224 (Pasar Ambacang), 0715-3227 (Kurao Pagang), 0715-3232 (Pasio Nan Tigo), 0715-3233 (Koto Panjang), 0715-3235 (Lubuk Buaya), 0715-3236 (Parak Buruk) bersumber dari <http://tanahair.indonesia.go.id/>.
3. DEM Nasional bersumber dari <http://tides.big.go.id/DEMNAS/>, skala 1:50.000 NLP:0715-32.
4. Data aspasial dan data spasial jalan Kota Padang bersumber dari Dinas PUPR Kota Padang.

Penelitian ini menggunakan *software ENVI 5.2, QGIS, dan ArcGIS 10.2* untuk pengolahan data. Sedangkan untuk alat bantu plot koordinat lokasi digunakan GPS Garmin 76CSx.

Karakteristik saluran citra Landsat 8 OLI yang digunakan pada penelitian ini seperti terlihat pada **Tabel 2**. Resolusi spasial citra Landsat 8 OLI adalah 30 meter. Jika dimensi piksel citra tersebut dibandingkan dengan dimensi objek spasial jalan aspal, maka jalan aspal adalah fraksi piksel atau subpiksel dari citra Landsat 8 OLI. Disamping keterbatasannya tersebut, citra Landsat 8 OLI memiliki kelebihan dari sisi luas liputan citra yang dapat mencakup seluruh lokasi penelitian. Sedangkan ditinjau dari resolusi spektral, citra Landsat 8 OLI memiliki saluran spektral yang cukup lengkap, selain saluran *visible-NIR* (band 1-5) juga terdapat saluran *SWIR* (band 6-7) yang keseluruhannya dibutuhkan untuk deteksi fraksi jalan aspal [8] [9].

Tabel 2 Karakteristik saluran spektral citra Landsat 8 OLI

Sensor	Saluran (Band)	Julat Spektral (µm)	Resolusi (m)
OLI	Band 1 Coastal	0.435 – 0.451	30
	Band 2 Blue	0.452 – 0.512	30
	Band 3 Green	0.533 – 0.590	30
	Band 4 Red	0.636 – 0.673	30
	Band 5 NIR	0.851 – 0.879	30
	Band 6 SWIR-1	1.566 – 1.651	30
	Band 7 SWIR-2	2.107 – 2.294	30

Band 8	0.503 – 0.676	15
Band 9	1.363 – 1.384	30

Sumber: [10]

Cara kerja

Deteksi fraksi jalan aspal pada citra Landsat 8 OLI menggunakan metode *Mixture Tuned Matched Filtering* (MTMF) pada lokasi penelitian sebagian Kota Padang pada penelitian ini mengikuti alur pemrosesan sebagaimana disusun dalam bentuk diagram alir seperti terlihat pada gambar 2. Alur pemrosesan tersebut yaitu: (1) Pembentukan citra jalan aspal acuan, (2) Pemrosesan DEM area penelitian, (3) Koreksi citra, (4) *Masking* citra (pembentukan *subscene* citra area penelitian), (5) Deteksi fraksi jalan aspal menggunakan metode MTMF, dan (6) Uji akurasi.

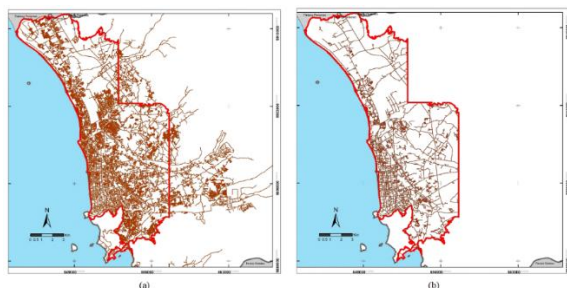
Prapemrosesan

1) Pembentukan citra jalan aspal acuan, Penyusunan citra jalan aspal acuan membutuhkan masukan berupa data spasial jaringan jalan dari Dinas PUPR Padang. Data ini pada dasarnya bersumber dari data RBI jaringan jalan skala 1:50.000 namun telah diseleksi menurut batas administrasi Kota Padang dan telah ditambahkan atribut nama jalan, jenis perkerasan, dan seterusnya yang tidak terdapat pada data RBI yang menjadi sumbernya.

Proses pertama penyusunan citra jalan aspal acuan adalah dengan menyeleksi jaringan jalan yang ada berdasarkan atribut jenis perkerasannya yaitu aspal sehingga hanya tersisa data spasial jalan aspal. Selanjutnya untuk menekan kesalahan, data ini kemudian dibandingkan dengan jaringan jalan pada

peta RBI skala 1:10.000 dan data aspasial jaringan dari Dinas PUPR Padang.

Data spasial jalan aspal dari proses sebelumnya masih dalam format vektor dan perlu dikonversi ke dalam format raster agar dapat digunakan pada proses uji akurasi deteksi. Mengingat resolusi citra Landsat 8 OLI adalah 30 meter, maka dilakukan proses *resampling* ke resolusi spasial yang sama. Prosedur *resampling* menggunakan teknik *bilinear convolution* agar citra raster yang dihasilkan lebih halus dan untuk mempertahankan batas-batas (*extend*) citra. Perbandingan visual data spasial jalan dan data spasial jalan aspal dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Data spasial (a) jalan Kota Padang
(b) jalan aspal area penelitian

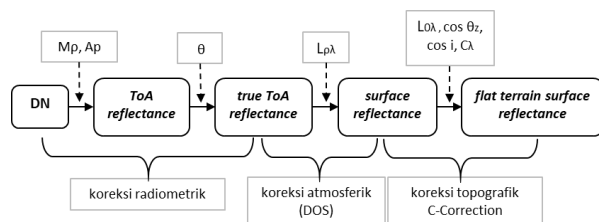
2) Pemrosesan DEM area penelitian, Data DEM yang digunakan pada penelitian ini adalah DEMNAS NLP.0715-32 skala 1:50.000. Data DEM ini memiliki resolusi spasial 8 meter dan perlu disesuaikan dengan resolusi spasial citra Landsat 8 yakni 30 meter. Proses penurunan resolusi spasial data DEM ini dilakukan melalui proses *aggregate* dengan teknik *resampling* yaitu *bilinear interpolation*. DEM hasil *resampling* ini di *clip* sesuai batas area penelitian. Data DEM ini digunakan untuk proses koreksi topografik pada citra.

3) Koreksi citra,

Peluang keberhasilan deteksi fraksi jalan aspal pada citra Landsat 8 OLI menggunakan metode MTMF dapat meningkat apabila rangkaian proses yang mendahuluinya dan juga citra masukan yang diberikan terbebas dari *error* (kesalahan). Kesalahan pada citra masukan lazimnya adalah kesalahan posisi dan kesalahan *value* (nilai) pada citra. Berdasarkan hal tersebut, agar tidak terjadi *error propagation* yang menyebabkan menurunnya peluang keberhasilan deteksi maka diperlukan koreksi citra. Pada penelitian ini, terhadap citra Landsat 8 OLI yang menjadi masukan dilakukan proses koreksi secara berurutan yaitu koreksi geometrik, koreksi radiometrik dan atmosferik, serta koreksi topografik.

Koreksi geometrik pada prinsipnya bertujuan agar setiap piksel pada citra memiliki koordinat posisi yang tepat bersesuaian dengan koordinat posisi di permukaan bumi yang direkamnya. Koreksi geometrik presisi yang digunakan adalah transformasi polinomial orde dua dengan 12 pasang *GCP*. Koreksi geometrik ini menghasilkan RMSE sebesar 0,46. Nilai RMSE ini masih cukup baik karena lebih kecil dari 0,5 ukuran piksel. Artinya, jika RMSE dikalikan dengan resolusi spasial Landsat 8 OLI yaitu 30 meter, maka kesalahan posisi pada koreksi geometrik ini adalah 13,8 meter.

Tahap berikutnya yaitu koreksi radiometrik menggunakan *ENVI* terhadap citra hasil koreksi geometrik. Nilai piksel (*DN*) pada citra hasil koreksi geometrik tidak dapat digunakan untuk proses pengenalan/deteksi objek pada citra. Oleh karena itu, untuk deteksi/ klasifikasi objek yang digunakan adalah *spectral reflectance* (reflektansi). Reflektansi diperoleh dari proses konversi *DN* ke nilai reflektansi seperti **Gambar 3**.



Gambar 3 Urutan konversi DN-Reflectance

Sumber: Pengolahan data, 2020

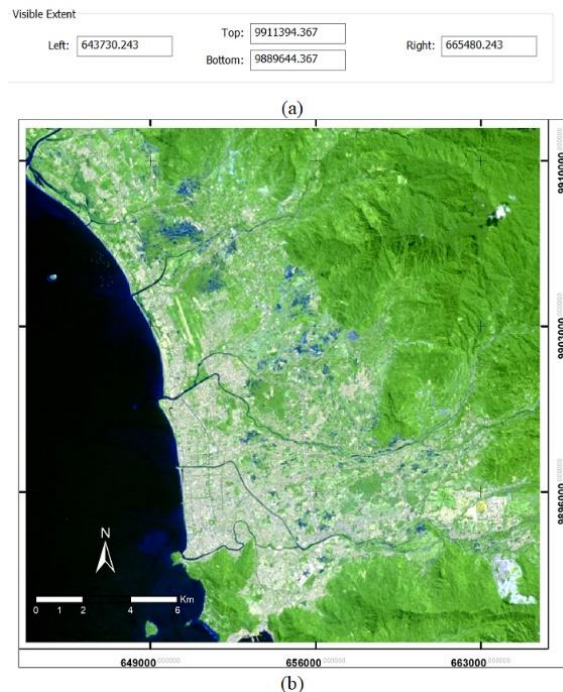
Rangkaian proses konversi *DN* menjadi *flat terrain surface reflectance* membutuhkan parameter-parameter yang tersedia dalam metadata citra dan yang diperoleh dari pengolahan data DEM. Konversi *DN* ke *true ToA reflectance* merupakan proses koreksi radiometrik. Konversi *true ToA reflectance* ke *surface reflectance* dilakukan melalui proses koreksi atmosferik. Metode koreksi atmosferik yang digunakan pada penelitian ini adalah *Dark Object Substraction (DOS)*. Lazimnya nilai *surface reflectance* sudah cukup untuk digunakan dalam proses klasifikasi citra pada area dengan relief medan relatif datar. Namun, *subscene* citra yang digunakan pada penelitian ini memiliki kondisi topografik (relief medan) berupa kombinasi medan datar dan berbukit. Efek relief medan dieliminasi melalui koreksi topografik sehingga diperoleh *flat terrain surface reflectance*. Metode koreksi topografik yang digunakan yaitu *C-Correction*.

4) *Masking* citra (pembentukan *subscene* citra)

Citra Landsat 8 yang digunakan pada penelitian ini adalah citra landsat dengan *scene* pada *path* 127 dan *row* 61 yang diakuisisi tanggal 25 Mei 2019. Citra yang diakuisisi pada tanggal tersebut dipilih dengan pertimbangan secara visual wilayah daratan kelihatan lebih bersih dari gangguan awan (*land cloud cover*=4,25%) dibandingkan dengan citra yang diakuisi pada waktu yang lain di tahun yang sama.

Citra yang bersih dari gangguan awan akan lebih memudahkan dalam proses selanjutnya dan meningkatkan peluang keberhasilan pencapaian tujuan penelitian.

Penelitian ini hanya menggunakan citra dari saluran sensor OLI kecuali saluran 8 (pankromatik) yaitu saluran 1 s.d 7 (*visible-NIR-SWIR*).. Satu *scene* citra Landsat 8 OLI meliputi area seluas 34.200 km² sementara area penelitian hanya seluas 131,4 km². Ini berarti area penelitian hanya 0,4% dibandingkan dengan liputan satu *scene* citra Landsat 8 OLI. Oleh karena itu perlu dilakukan proses *cropping/resizing* terhadap satu *scene* citra tersebut untuk membentuk satu *subscene* citra Landsat 8 OLI yang mencakup area penelitian. Implikasi dari proses ini adalah ukuran *file* masing-masing saluran citra menjadi 1,03 MB dari semula yang berukuran 114 MB. Proses ini bertujuan agar tidak terjadi komputasi yang tidak diperlukan yang dapat membebani sistem komputer yang digunakan dalam pemrosesan. Batas-batas (*extent*) yang ditentukan untuk proses *cropping* citra adalah seperti **Gambar 4(a)**. *Subscene* yang dihasilkan setelah proses ini adalah citra komposit 764 **Gambar 4(b)**.



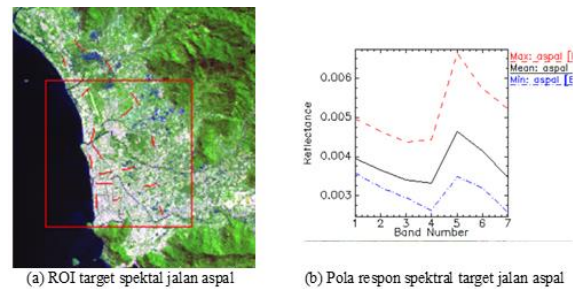
Gambar 4 (a) Subscene extent (b) Citra Landsat 8 OLI komposit 764

Deteksi fraksi jalan aspal dengan metode MTMF

1) Pemilihan reflektansi spektral jalan aspal
Reflektansi spektral jalan aspal yang dibutuhkan dalam proses deteksi MTMF pada penelitian ini dipilih melalui teknik *manual endmember selection*. Teknik ini pada prinsipnya seperti memilih *training area* dalam bentuk *ROI (region of interest)* pada *supervised classification*. *Manual endmember selection* dapat dilakukan apabila objek target pada citra masih dapat teramati secara visual (spektral dan spasial).

Penelitian ini menggunakan citra Landsat 8 komposit 764 untuk membentuk *ROI* dari target jalan aspal. Target jalan aspal pada citra terlihat dalam dimensi garis tipis dengan kontras lebih gelap dibanding area sekitarnya. Berdasarkan itu kemudian dibentuk *ROI* bertipe *polyline* yang mewakili objek jalan aspal (**Gambar 5(a)**). Pola respon

spektral target jalan aspal seperti **Gambar 5(b)**.



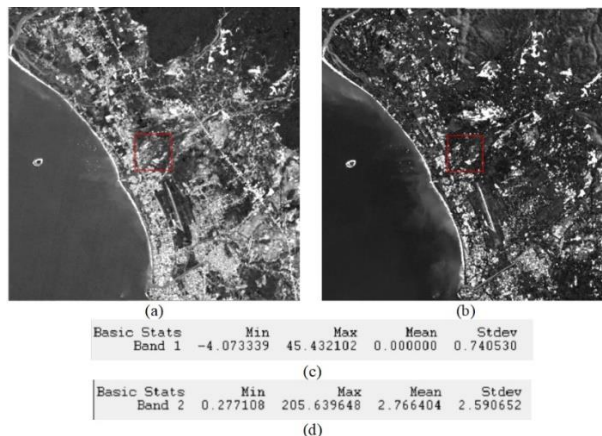
Gambar 5 (a)ROI dan (b)pola respon spektral target

2) Citra MTMF hasil deteksi fraksi jalan aspal

MTMF adalah metode yang mengkombinasikan *matched filter* dengan *mixture tuned*. *Matched filter* berfungsi untuk mengklasifikasikan setiap piksel pada citra berdasarkan kesesuaian spektralnya dengan informasi spektral dari *endmember* target. Proses ini menghasilkan citra yang berisikan skor *matched filter* pada interval 0-1. Nilai 1 berarti piksel yang dianalisis memiliki spektral sesuai sempurna dengan spektral *endmember* target berdasarkan proyeksinya pada *vector space*. *Mixture tuned* berfungsi untuk menekan *false-positive* dengan menghitung ketidaklayakan (*infeasibility*) setiap piksel pada citra masuk dalam klasifikasi *endmember* target. Proses ini menghasilkan citra yang berisikan skor *infeasibility*. Nilai *infeasibility* yang semakin tinggi berarti piksel tersebut semakin tidak layak diklasifikasikan sesuai dengan *endmember* target pada piksel citra yang dianalisis. Pemilihan *threshold* yang tepat pada skor *matched filter* (skor MF) dan skor *infeasibility* dapat mengoptimalkan akurasi deteksi metode MTMF. Akurasi deteksi optimal didapatkan ketika *matched filter* (skor MF) bernilai 1 dan skor *infeasibility* mendekati 0 [11].

Penelitian ini menggunakan menggunakan MTMF sebagai metode deteksi dengan *endmember* target yaitu fraksi jalan aspal pada citra Landsat 8 OLI. Metode MTMF dieksekusi menggunakan *software Envi 5.2* dengan mode *detection wizard*. Pada mode ini, skor MF dan *infeasibility* dipilih otomatis oleh *software*.

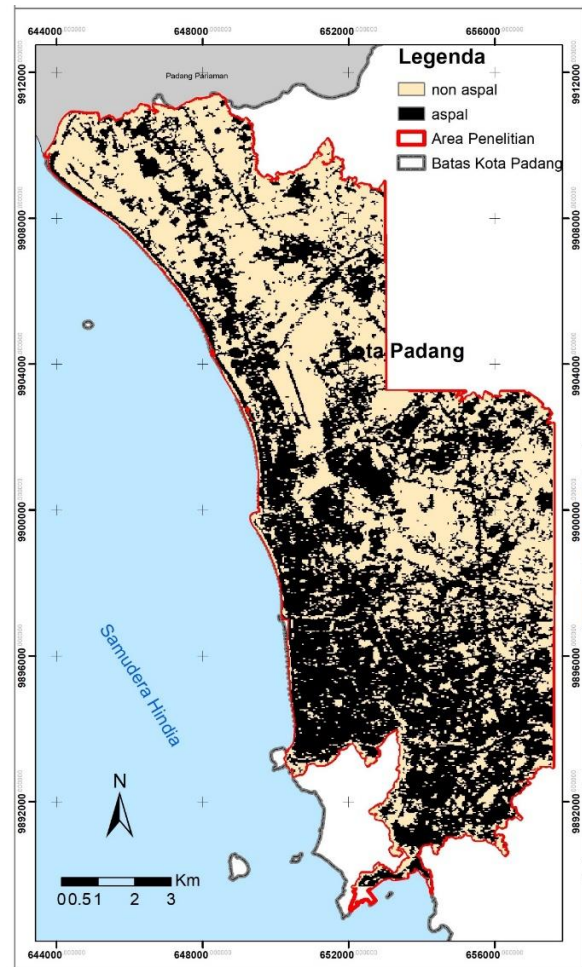
MTMF terdiri tiga proses utama (Routh et al., 2018), yaitu: (1) transformasi MNF pada citra masukan untuk mereduksi *noise*, (2) perhitungan skor MF, (3) perhitungan skor *infeasibility*. Hasil dari tiga proses utama tersebut adalah: citra MNF setiap saluran, citra yang berisi skor MF dan *infeasibility*, dan citra biner hasil deteksi.



Gambar 6 MF score (a)&(c) dan infeasibility score (b)&(d)

Citra yang berisi informasi skor MF dan *infeasibility* adalah sebagaimana **Gambar 6**. Berdasarkan statistik citra skor MF, terlihat bahwa nilai minimum dan maksimum berada pada interval -4,07 s.d 45,43. Area gelap pada citra skor MF yang bernilai minus adalah tubuh air dan area bervegetasi. Sedangkan area yang cerah yang bernilai positif adalah area *impervious surface*. Objek jalan aspal termasuk dalam area cerah ini dengan skor MF mendekati 1. Berdasarkan statistik citra skor *infeasibility*), terlihat bahwa nilai

minimum dan maksimum berada pada interval 0,27 s.d 205,63. Objek jalan aspal termasuk dalam area gelap dengan skor *infeasibility* mendekati nol. Citra biner hasil deteksi MTMF yang terbentuk adalah sebagaimana **Gambar 7**.



Gambar 7 Citra MTMF hasil deteksi

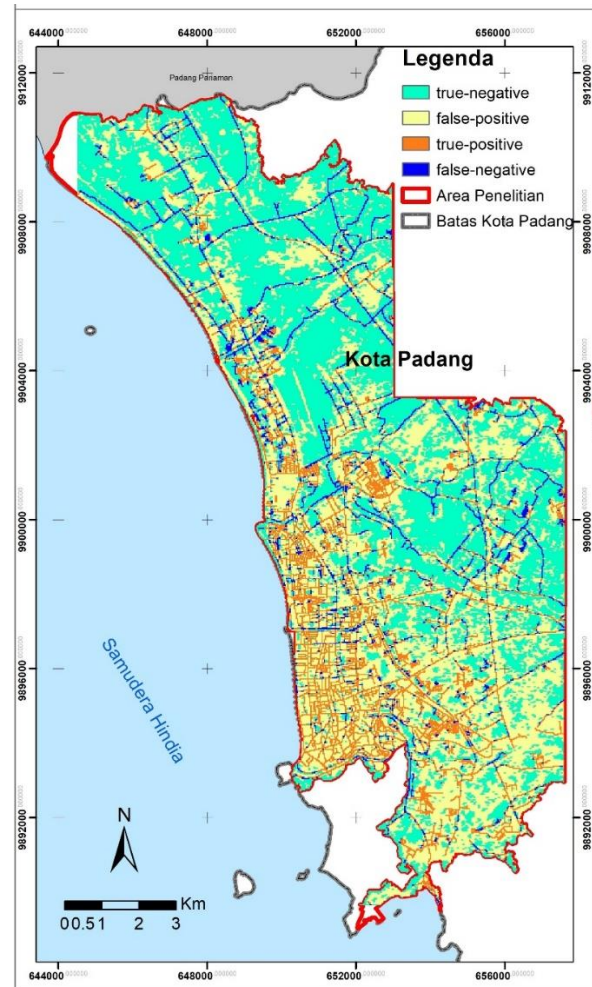
Klasifikasi piksel deteksi diperoleh dengan membandingkan citra MTMF hasil deteksi (**Gambar 7**) dengan citra jalan aspal acuan (**Gambar 2(b)**). Proses ini tidak bisa dilakukan secara langsung oleh karena citra MTMF merupakan citra biner dengan pikselnya bernilai 0 atau 1 sedangkan citra jalan aspal acuan merupakan *single value*

raster image dengan piksel hanya memiliki satu nilai yaitu 1 yang mewakili jalan aspal.

Tabel 3 Konvensi nilai piksel citra MTMF dan citra acuan

Nilai piksel citra acuan	Nilai piksel citra MTMF	
	Aspal (1)	Non aspal (2)
Aspal (1)	<i>True positif (TP)</i> = 1	<i>False negative (FN)</i> = 2
Non aspal (-1)	<i>False positive (FP)</i> = -1	<i>True negative (TN)</i> = -2

Teknik yang dapat dilakukan agar antara citra MTMF dan citra acuan dapat dibandingkan yaitu pertama dengan *reclassify* nilai piksel masing-masing citra menjadi citra baru. Nilai piksel citra baru mengikuti konvensi seperti **Tabel 3** **Error! Reference source not found.** Nilai piksel citra MTMF menjadi 1 untuk piksel aspal dan 2 untuk piksel non aspal. Sedangkan nilai piksel citra acuan menjadi 1 untuk aspal dan -1 untuk non aspal. Teknik selanjutnya yaitu dengan melakukan *raster multiplication* antara citra MTMF dan citra acuan. Citra baru yang dihasilkan adalah citra deteksi terklasifikasi **Gambar 8** dengan empat jenis nilai piksel yaitu: 1 sebagai TP, 2 sebagai FN, -1 sebagai FP, dan -2 sebagai TN.



Gambar 8 Citra hasil deteksi MTMF terklasifikasi

Uji akurasi deteksi

Performansi metode deteksi atau ekstraksi informasi spasial jalan dari citra dapat diukur antara lain menggunakan parameter *sensitivity* dan *specificity* [12]. *Sensitivity* adalah persentase jumlah piksel jalan yang dapat terdeteksi benar dibanding jumlah seluruh piksel jalan menurut acuan. *Specificity* adalah persentase jumlah piksel selain piksel jalan yang terdeteksi benar dibanding jumlah piksel selain piksel jalan menurut acuan. Artinya nilai *sensitivity* menunjukkan akurasi deteksi objek target jalan sedangkan nilai *specificity*

menunjukkan akurasi deteksi objek latarnya. *Sensitivity* dan *specificity* dinyatakan dalam formula sebagaimana berikut.

$$\%Sensitivity = \left(\frac{P_{TP}}{P_{TP} + P_{FP}} \right) * 100 \quad (1)$$

$$\%Specificity = \left(\frac{P_{TN}}{P_{TN} + P_{FN}} \right) * 100 \quad (2)$$

dengan:

- 1) P adalah jumlah piksel.
- 2) TP (*true positive*) adalah piksel yang sama-sama terlihat pada data acuan dan hasil proses deteksi (piksel terdeteksi benar).
- 3) TN (*true negative*) adalah piksel yang sama-sama tidak terlihat pada data acuan dan hasil proses deteksi.
- 4) FP (*false positive*) adalah piksel yang tidak terlihat pada data acuan tetapi terlihat pada hasil proses deteksi (piksel terdeteksi salah).
- 5) FN (*false negative*) adalah piksel yang terlihat pada data acuan tetapi tidak terlihat pada hasil proses deteksi (piksel tidak terdeteksi).

Uji akurasi posisi

Perhitungan akurasi posisi pada Peraturan BIG No.15/2014, n.d dan perubahannya Peraturan BIG No.6/2018, n.d mengacu pada *United States National Map Accuracy Standards* (US NMAS). Uji akurasi posisi dilakukan hingga mendapatkan tingkat kepercayaan peta 90% *circular error* CE90. *circular error* CE90 adalah ukuran ketelitian geometrik horizontal yang didefinisikan sebagai radius lingkaran yang menunjukkan bahwa 90% kesalahan atau perbedaan posisi horizontal objek di peta dengan posisi yang dianggap sebenarnya tidak lebih besar dari radius tersebut. Perbedaan posisi horizontal objek tersebut dihitung menggunakan *root mean square error* (RMSE_r). Formula perhitungan RMSE_r dan *circular error* CE90 adalah sebagai berikut.

$$RMSE_r = \sqrt{\frac{D^2}{n}} \quad (3)$$

$$= \sqrt{\frac{\sum[(x_{data} - x_{cek})^2 + (y_{data} - y_{cek})^2]}{n}}$$

$$CE90 = 1,5175 \times RMSE_r \quad (4)$$

dengan:

D = selisih antara koordinat peta dan koordinat lapangan

n = jumlah data pengukuran

RMSE_r = *root mean square error* horizontal

Nilai *circular error* CE90 dapat dikatakan memenuhi standar ketelitian geometrik apabila tidak melampaui batas ketelitian sesuai dengan kelas ketelitian dan skalanya. Standar ketelitian geometrik horizontal peta RBI pada skala 1:100.000 [13] adalah sebagaimana **Tabel 4** berikut.

Tabel 4 Standar ketelitian geometrik horizontal CE90

Skala	Ketelitian CE90 (dalam meter)		
	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
1:100.000	30	60	90

Sumber: [12]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Akurasi Deteksi

Akurasi deteksi MTMF terhadap fraksi jalan aspal pada citra Landsat 8 OLI diukur dalam parameter *sensitivity* dan *specificity*. Nilai *sensitivity* menunjukkan akurasi deteksi objek target dalam hal ini adalah fraksi jalan aspal sedangkan nilai *specificity* menunjukkan akurasi deteksi objek latarnya. Kedua nilai akurasi tersebut dinyatakan dalam bentuk persentase. Formula yang digunakan untuk memperoleh nilai akurasi

deteksi *sensitivity* adalah formula (1) dan akurasi deteksi *specificity* adalah formula (2). Nilai akurasi *sensitivity* dan *specificity* dihitung berdasarkan jumlah piksel deteksi yang telah terklasifikasi sebagai TP (*true positive*), TN (*true negative*), FP (*false positive*) dan FN (*false negative*).

Tabel 5 Akurasi deteksi dan jumlah piksel terklasifikasi

Jumlah piksel per klasifikasi deteksi				Akurasi deteksi	
<i>True positif (TP)</i>	<i>True negative (TN)</i>	<i>False positive (FP)</i>	<i>False negative (FN)</i>	<i>Sensitivity (%)</i>	<i>Specificity (%)</i>
15986	64112	56818	7695	67,51	53,02

Jumlah piksel per klasifikasi deteksi adalah seperti **Tabel 5** diperoleh dari *attribut table* pada citra deteksi terklasifikasi. Berdasarkan jumlah TP, TN, FP, dan FN dengan formula (1) diperoleh dan akurasi deteksi *sensitivity* sebesar 67,51% dan akurasi deteksi *specificity* sebesar 53,02% menurut formula (2).

Akurasi Posisi

Akurasi posisi metode MTMF untuk mendeteksi fraksi jalan aspal pada citra Landsat 8 OLI diukur dalam parameter *circular error* (CE90). *Circular error* (CE90) merupakan beda posisi geometrik horizontal dalam jarak radial yang menunjukkan bahwa 90% kesalahan atau perbedaan posisi horizontal objek di peta dengan posisi yang dianggap sebenarnya tidak lebih besar dari jarak radial tersebut.

Nilai CE90 dihitung menurut formula (3) dan (4) berdasarkan data titik koordinat pada citra deteksi terklasifikasi dan titik koordinat lapangan. Penelitian ini menggunakan 30 titik sampel random dari citra deteksi terklasifikasi untuk uji akurasi posisi. Perhitungan akurasi posisi keseluruhan

berdasarkan data koordinat titik sampel dan titik uji menunjukkan nilai RMSE sebesar 29,7 meter dan nilai CE90 sebesar 45,07 meter (file tambahan).

KESIMPULAN

Secara keseluruhan, metode MTMF dalam mendeteksi fraksi jalan aspal pada Citra Landsat 8 OLI menghasilkan akurasi deteksi *sensitivity* sebesar 67,51% dan akurasi deteksi *specificity* sebesar 53,02%. Artinya, metode MTMF cukup baik dalam mendeteksi fraksi jalan aspal pada citra tetapi masih kurang baik dalam memisahkannya dari objek latar pada citra. Indikasi ini menunjukkan bahwa fraksi jalan aspal lebih cenderung terdeteksi sebagai kelompok objek dibandingkan sebagai objek tunggal.

Perhitungan akurasi posisi keseluruhan menunjukkan nilai *circular error* CE90 sebesar 45,07 meter. Artinya bahwa 90% beda posisi tidak lebih dari 45,07 meter. Mengacu pada (Peraturan BIG No.6/2018, n.d.), CE90 sebesar 45,07 meter memenuhi standar ketelitian geometrik horizontal kelas 2 pada skala 1:100.000.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Roessner, S., Segi, K., Bochow, M., Heiden, U., Heldens, W., & Kaufmann, H. (2011). Potential of Hyperspectral Remote Sensing for Analyzing The Urban Environment. In X. Yang (Ed.), *Urban Remote Sensing: Monitoring, Synthesis and Modeling in the Urban Environment*. John Wiley & Sons, Ltd.
- [2] Chithra, S. V., Nair, H. M. V., Amarnath, A., & Anjana, N. S. (2015). Impacts of Impervious Surfaces on the Environment. *International Journal of Engineering Science Invention*, 4(5), 27–31. Retrieved from www.ijesi.org

- 1585
- [3] Weeks, J. R. (2010). Defining Urban Areas. In T. Rashed & C. Jürgens (Eds.), *Remote Sensing of Urban and Suburban Areas* (pp. 33–46). <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4385-7>.
- [4] *Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*.
- [5] Amhar, F., Karsidi, A., Poniman, A., & Wijoyo, S. (2013). Peluang dan Tantangan Ekonomi Geospasial Di Indonesia. *Majalah Ilmiah Globe*, 15(2), 191–196.
- [6] Abidin, H. Z. (2018). *Peranan Data dan Informasi Geospasial Untuk Percepatan Pembangunan Daerah (Presentasi Kepala BIG di Kantor Pemerintah Kota Batam)*. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Hasanuddin_Z_Abidin/publication/329440822_Peranan_Data_dan_Informasi_Geospasial_Untuk_Percepatan_Pembangunan_Daerah_Batam_4_Desember_2018/
- [7] Sugumaran, R., Gerjevic, J., & Voss, M. (2008). Transportation Infrastructure Extraction Using Hyperspectral Remote Sensing. In Q. Weng (Ed.), *Remote Sensing of Impervious Surfaces*. Indiana: CRC Press.
- [8] Boardman, J. W., & Kruse, F. A. (2011). Analysis of Imaging Spectrometer Data Using N-Dimensional Geometry and a Mixture-Tuned Matched Filtering Approach. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 49(11), 4138–4151. <https://doi.org/0.1109/TGRS.2011.216>
- [9] Herold, M. (2008). Spectral Characteristics of Asphalt Road Surfaces. In Q. Weng (Ed.), *Remote Sensing of Impervious Surfaces* (pp. 237–246). CRC Press.
- [10] Department of the Interior U.S Geological Survey. (2016). *Landsat 8 (L8) Data Users Handbook*. Sioux Falls, South Dakota: EROS Center.
- [11] Routh, D., Seegmiller, L., Bettigole, C., Kuhn, C., Oliver, C. D., & Glick, H. B. (2018). Improving the Reliability of Mixture Tuned Matched Filtering Remote Sensing Classification Results Using Supervised Learning Algorithms and Cross-Validation. *Remote Sensing*, 10. <https://doi.org/10.3390/rs10111675>
- [12] Singh, P. P., & Garg, R. D. (2014). A Two-Stage Framework for Road Extraction from High-Resolution Satellite Images by Using Prominent Features of Impervious Surfaces. *International Journal of Remote Sensing*, 35(24), 8074–8107. <https://doi.org/10.1080/01431161.2014.978956>
- [13] Peraturan BIG No.6/2018. Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 tentang Perubahan Atas Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.
- [14] *Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial*.

