

KAJIAN PERUBAHAN POLA KAWASAN TERBANGUN BERDASARKAN METODE INDEX-BASED BUILT-UP INDEX (IBI) DI JAKARTA UTARA

Yudo Prasetyo¹, Nurhadi Bashit², Bandi Sasmito³

¹²³Laboratorium Penginderaan Jauh dan Fotogrammetri, Departemen Teknik Geodesi,
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang-75123 Telp./Faks: (024) 736834,
e-mail: yudo.prasetyo@ft.undip.ac.id

(Diterima 19 Oktober 2020, Disetujui 3 Desember 2020)

ABSTRAK

Kota Jakarta Utara merupakan bagian dari propinsi DKI Jakarta memiliki permasalahan berkaitan dengan penurunan muka tanah. Pertumbuhan kawasan yang ditandai dengan maraknya pembangunan fisik dan semakin padatnya bangunan menimbulkan semakin tingginya nilai penurunan muka tanah. Hal ini juga turut memberikan penambahan beban tanah (kompaksi) terhadap daya dukung tanah pada lingkungan di Jakarta Utara yang didominasi oleh jenis tanah tipe Alluvial. Dikutip dari BPS Kota Jakarta Utara realisasi perizinan IMB mencatatkan dari tahun 2016 hingga 2018 berjumlah 5.862 bangunan, jumlah tersebut hanya bangunan non tempat tinggal. Kemudian, untuk mengetahui perubahan kawasan terbangun digunakan citra Sentinel 2 dari tahun 2016 hingga 2019 melalui proses klasifikasi bangunan dengan algoritma Index-based Built-up Index (IBI). Algoritma IBI merupakan kombinasi dari 3 algoritma yaitu, Normalized Difference Built-up Index (NDBI), Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) dan Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI). Kemudian, hasil dari metode IBI perubahan lahan terbangun dengan total seluas 228 hektar/tahun, sementara perubahan kelurahan terluas di Marunda seluas 57 hektar/tahun dan terkecil di Kelurahan Pekoja seluas 0,01 hektar/tahun. Pemanfaatan penelitian ini dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam rencana pembangunan di Kota Jakarta Utara juga sebagai mitigasi penurunan muka tanah.

Kata kunci : *Bangunan, Index-based Built-up Index (IBI), Jakarta Utara, Sentinel 2*

ABSTRACT

North Jakarta City is a part of DKI Jakarta province which has problems related to land subsidence. The growth in the area, which is marked by a massive physical development and increasingly dense buildings, has resulted in a higher subsidence value. This also contributes to the addition of soil load (compaction) to the carrying capacity of the soil in the environment in North Jakarta which is dominated by Alluvial type soils. Quoted from BPS North Jakarta City, the realization of IMB licensing recorded from 2016 to 2018 amounted to 5.862 buildings, the number was only non-residential buildings. Then, to find out the change in the built area, with Sentinel 2 in 2016-2019 goes through the building classification process with the Index-based Built-up Index (IBI) algorithm. IBI algorithm is a combination of 3 algorithms such as Normalized Difference Built-up Index (NDBI), Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI), and Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI). Then, the results of the IBI method of changing land were built with a total area of 228 hectares/year, while the most change in smallest district state is Marunda was changed 57 hectares/year and the smallest in Pekoja was 0,01 hectares/year. The utilization of this research can be used as a consideration in development plans in the City of North Jakarta as well as mitigating subsidence.

Keywords: *Building, Index-based Built-up Index (IBI), North Jakarta, Sentinel 2*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan kawasan terbangun yang ada pada suatu daerah mengakibatkan semakin bertambahnya beban tanah di wilayah tersebut berdasarkan data statistika dari BPS Kota Jakarta Utara terkait realisasi perizinan IMB mencatatkan dari tahun 2016 hingga 2018 berjumlah 5.862 bangunan, jumlah tersebut hanya bangunan perkantoran atau non hunian dan belum

termasuk bangunan tempat tinggal atau hunian berjumlah 3.128 bangunan. Daya dukung lingkungan pada suatu daerah yang mana menjadi tempat ditinggalinya penduduk akan sampai pada batasnya. Penggunaan air tanah yang berlebihan dari kebutuhan penduduk yang mendiami bangunan merupakan masalah yang besar pada meledaknya jumlah penduduk dan bangunan terhadap lingkungannya. Penyedotan air tanah yang terlalu banyak dan beban dari jumlah

bangunan di Jakarta Utara berdampak langsung dengan lingkungan berupa terjadinya penurunan muka tanah di wilayah tersebut (Haniah, H., dan Prasetyo, Y., 2011).

Perubahan tutupan lahan dapat berdampak positif maupun negatif. Dampak positifnya adalah semakin berkembangnya perekonomian kawasan tersebut jika mengalami perubahan tutupan lahan menjadi kawasan terbangun. Dampak negatifnya adalah ketersediaan lahan yang semakin lama semakin berkurang. Jika hal itu tidak ditangani dapat menyebabkan kekurangan lahan untuk tempat tinggal seiring dengan perubahan tutupan lahan menjadi kawasan perkantoran atau non hunian.

Penelitian ini menerapkan algoritma Model Transformasi *Index-based Built-up Index* (IBI) pada data citra satelit Sentinel 2A pada tahun 2016-2019 dengan resolusi spasial 20 m dari sumber data ESA secara bebas untuk penggunaan penelitian serta algoritma IBI yang memang didesain untuk mengidentifikasi kawasan terbangun.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik adalah transformasi citra hasil penginderaan jauh sehingga citra tersebut mempunyai sifat-sifat peta dalam bentuk, skala dan proyeksi.

Transformasi geometrik yang paling mendasar adalah penempatan kembali posisi piksel sedemikian rupa, sehingga pada citra digital yang ditransformasi dapat dilihat gambaran objek dipermukaan bumi yang terekam sensor. Pengubahan bentuk kerangka liputan dari bujur sangkar menjadi jajaran genjang merupakan hasil transformasi ini. Tahap ini diterapkan pada citra digital mentah (langsung hasil perekaman satelit), dan merupakan koreksi kesalahan geometrik sistematis Haniah, H., dan Prasetyo, Y. (2011).

Danoedoro, P (2012) menjelaskan bahwa koreksi geometri menggunakan GCP ini terdapat dua metode yaitu:

a. Rektifikasi Citra ke Peta

Rektifikasi citra ke peta berprinsip bahwa peta mempunyai sistem proyeksi dan koordinat yang lebih benar sehingga dapat diacu oleh citra. Proses koreksi ini dimulai dengan memilih pasangan titik-titik koordinat pada citra (baris-kolom) dan pada peta (x-y, misalkan pada sistem koordinat UTM). Berdasarkan pasangan titik-titik ini koefisien-koefisien persamaan transformasi yang digunakan untuk mengubah sistem koordinat citra ke sistem koordinat peta akan dapat ditentukan.

b. Rektifikasi Citra ke Citra

Rektifikasi citra ke citra merupakan suatu proses yang membandingkan pasangan titik-titik yang dapat diidentifikasi dengan mudah pada kedua citra. Tujuan registrasi adalah membuat suatu citra konform dengan citra lainnya, tanpa melibatkan

proses pemilihan sistem koordinat atau pun memberikan koordinat pada citra berdasarkan koordinat yang ada pada citra lain (dengan cakupan area yang sama) yang telah memiliki koordinat. Registrasi citra ke citra melibatkan proses georeferensi apabila citra acuannya sudah di georeferensi.

Hasil koreksi geometri akan menempatkan piksel pada matriks citra terkoreksi untuk selanjutnya dilakukan penentuan nilai piksel yang baru. Penentuan nilai piksel yang baru berdasarkan posisi koordinat yang baru ini merupakan suatu interpolasi nilai yang dikenal ada beberapa algoritma antara lain *nearest neighborhood*, *bi-linear*, serta *cubic convolution* (Danoedoro P., 2012).

2.2. Koreksi Radiometrik

Kualitas radiometri umumnya dinilai dari tingkat kesesuaian pantulan spektral dari obyek dan yang ditangkap oleh sensor wahana.

Semakin tinggi kesalahannya maka, citra satelit kurang baik untuk digunakan identifikasi kenampakan, seperti penutup lahan, oleh karena itu perlu dilakukan koreksi agar kualitas citra makin baik dan nilai-nilai piksel sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran obyek yang sebenarnya. koreksi radiometrik juga diperlukan untuk memperbaiki kualitas visual citra yang mengalami kesalahan pada saat pemindaian yang mengakibatkan adanya baris atau kolom yang kosong (Danoedoro P,2012). Maka perhitungan untuk koreksi radiometrik meliputi konversi DN to Radian (rumus II.1) dan konversi DN to Reflectance (rumus II.2), sebagai berikut:

$$L\lambda = M \cdot L \cdot Q_{cal} + A \cdot L \dots \dots \dots (II.1)$$

Keterangan:

$L\lambda$ = nilai radian pada sensor
 ML = nilai RADIANCE_MULT_BAND_x
 Q_{cal} = nilai DN
 AL = nilai RADIANCE_ADD_BAND_x,
 dimana x adalah *band number*.

$$p\lambda = M \cdot p \cdot Q_{cal} + A \cdot p \dots \dots \dots (II.2)$$

$p\lambda$ = nilai reflektan pada sensor
 MP = nilai REFLECTANCE_MULT_BAND_x
 Q_{cal} = nilai DN
 AP = nilai REFLECTANCE_ADD_BAND_x, dimana x adalah *band number*.

2.3. Image Mosaicking

Image mosaicking adalah proses menemukan transformasi global yang menjadi contoh satu set *scene* citra ke dalam sistem koordinat umum.

Bergantung di tempat kejadian obyek, jarak kamera ke tempat kejadian, dan posisi serta orientasi kamera

yang menangkap gambar, transformasi yang berbeda mungkin diperlukan untuk mendaftar dan mengintegrasikan citra. Misalnya, jika urutan gambar diperoleh dengan pusat lensa tetap dan sumbu optik horizontal sambil memutar kamera sekitar a sumbu vertikal melewati pusat lensa dengan anggapan kamera memadai jauh dari tempat kejadian.

Citra dapat didaftarkan dengan menggeser posisi kemiripan maksimum tidak jauh dari tempat scene, citra yang didapat selama rotasi bias kamera dipetakan ke permukaan silinder yang porosnya sejajar dengan sumbu rotasi. Citra yang dipetakan hanya akan memiliki perbedaan terjemahan dan dapat didaftarkan dengan mudah. Jika kameranya bukan fix dan tidak jauh dari tempat kejadian tetapi pemandangan itu datar, scene citra dapat didaftarkan oleh transformasi proyektif. Proses ini membutuhkan minimal empat titik yang sesuai dalam citra (Xu H., 2008).

2.3. Cloud Masking

Perspektif penginderaan jauh pada permukaan tanah yaitu awan merupakan penghalang untuk mengamati sifat-sifat permukaan bumi saat mereka menghalangi pandangan satelit yang beroperasi dalam spektrum visual dan inframerah. Aerosol dan pengambilan permukaan tergantung pada identifikasi jalur *cloud-free* oleh algoritma *masking* keras, oleh karena itu penyaringan awan adalah hal utama langkah dalam menurunkan reflektansi permukaan dari penginderaan jauh pesawat ruang angkasa.

Pemantauan sensitif terhadap perubahan fisik di *cloud* bentuk, dan suhu awan, serta kondisi aerosol pada lapisan awan di atas. Secara regional, Kesalahan *cloud masking* dapat memiliki dampak signifikan pada kualitas reflektansi permukaan, noda dalam reflektansi permukaan berasal dari ketidakakuratan dalam pengambilan awan berbasis ambang batas.

Cloud masking daerah tropis sangat menantang, sebagian karena tutupan awan yang persisten, dan sebagian karena awan yang relatif hangat ambang batas rendering suhu berdasarkan reflektansi termal kurang efektif (Liang, 2017).

2.4. Transformasi Index-based Built-up Index (IBI)

Model Transformasi *Index-based Built-up Index* (IBI) adalah transformasi yang mengkombinasikan penggunaan lahan kota yang dikelompokkan menjadi tiga kategori generalisasi lain yaitu : lahan terbangun, vegetasi, dan perairan. Berdasarkan pada tiga komponen ini, bisa dibagi atas tiga indeks tematik, *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI), *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI) dan *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI), tiga kelas ini dipilih dengan harapan bisa mewakili kelas penggunaan lahan masing-masing (Xu H., 2006).

Tiga indeks yang dipilih merujuk kepada rumus II.3-II.5 dinyatakan sebagai :

$$NDBI = ((SWIR I - NIR) / (SWIR I + NIR)) \dots \dots \dots (II.3)$$

$$SAVI = (((NIR - RED) / (1 + 1)) / (NIR + RED + 1)) \dots \dots \dots (II.4)$$

$$MNDWI = ((GREEN - SWIR1) / (GREEN + SWIR1)) \dots \dots \dots (II.5)$$

Keterangan:

SWIR I : *Short Wave Infrared*

NIR : *Near Infrared*

NDBI : *Normalized Difference Built-up Index*

Ketiga algoritma tersebut dikombinasikan kedalam model II.6, sebagai berikut:

$$IBI = (([NDBI] - (([SAVI] + [MNDWI]) / 2)) / ([NDBI] + (([SAVI] + [MNDWI]) / 2))) \dots \dots \dots (II.16)$$

Keterangan:

IBI : *Index-based Built-up Index*

NDBI : *Normalized Difference Built-up Index*

SAVI : *Soil Adjusted Vegetation Index*

MNDWI: modifikasi dari NDWI dengan mengganti *Near Infrared* (NIR) ke *Mid Infrared* (MIR)/*Short Wave Infrared* (SWIR).

Indeks ini dapat meningkatkan kemampuan dalam mendeteksi kawasan terbangun dengan mudah karena pengurangan indeks SAVI dan MNDWI dari indeks NDBI yang akan menghasilkan piksel bernilai positif hanya untuk kawasan terbangun. Sedangkan selain itu terdeteksi sebagai non bangunan umumnya memiliki nilai nol hingga negatif (Xu, 2008).

Pemilihan SAVI sebagai ganti NDVI karena SAVI lebih sensitif daripada NDVI dalam mendeteksi vegetasi di daerah tertutup tanaman rendah seperti daerah perkotaan. SAVI dapat bekerja di area dengan tutupan tanaman serendah 15%, sedangkan NDVI hanya dapat bekerja secara efektif di daerah dengan tutupan tanaman di atas 30% (Ray, 2006).

MNDWI adalah modifikasi dari NDWI dengan mengganti *Near Infrared* (NIR) ke *Mid Infrared* (MIR)/*Short Wave Infrared* (SWIR). Sebagai hasilnya, MNDWI memiliki keunggulan dibandingkan NDWI dengan menghilangkan gangguan tanah untuk peningkatan dalam mendeteksi badan air di kota. (McFeeters, 1996).

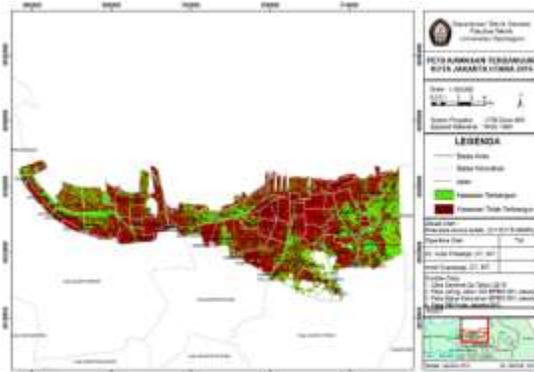
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan metode IBI membutuhkan hasil dari metode SAVI, NDBI, dan MNDWI.

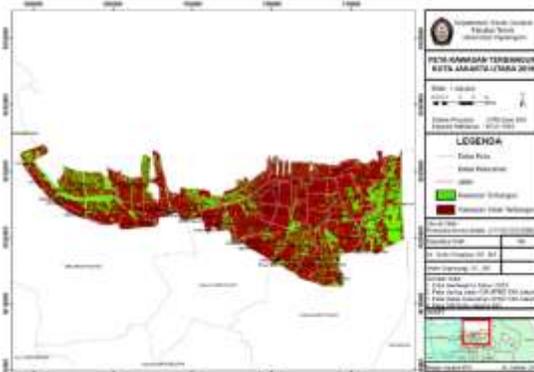
Penggunaan dua citra yakni tahun 2016 dan 2019 untuk melihat perubahan dari kawasan terbangun di kota Jakarta Utara yang diolah masing-masing dengan

metode dan klasifikasi yang sama untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Citra yang digunakan pada pengolahan diakuisisi pada 10 Juli 2016 dan 19 Juni 2019 yang telah melalui seleksi dengan jumlah tutupan awan pada daerah penelitian berjumlah sedikit agar tidak memengaruhi penelitian secara signifikan.

Hasil metode IBI menggunakan klasifikasi manual yang memberikan batas-batas value dari piksel yang akan dimasukkan berdasarkan pada klasifikasi bangunan dan non bangunan yang dilakukan pada citra hasil olahan pada tahun 2016 yang dapat dilihat pada Gambar IV.1 juga tahun 2019 dapat dilihat pada Gambar IV.2.



Gambar IV.1. Hasil metode IBI tahun 2016



Gambar IV.1. Hasil metode IBI tahun 2019

Penelitian ini memiliki kendala pada Citra Kota Jakarta Utara tahun 2016 yang mana beberapa bagian daerah yang ingin diteliti tertutup awan, selain itu terdapat daerah yang tidak tertutup awan namun terselimuti bayangan awan yang menyebabkan kesalahan dalam proses klasifikasi akibat *piksel value* yang tidak sesuai dengan semestinya akibat gelapnya daerah tersebut.

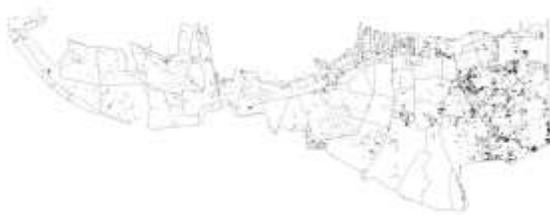
Hasil dari metode IBI perubahan lahan terbangun dengan total seluas 228,23 hektar/tahun bila dibandingkan dengan luas total Kota Jakarta Utara maka perubahan sebesar 1%/tahun, sementara perubahan kelurahan terluas di Marunda seluas 57 hektar/tahun dan terkecil di Kelurahan Pekoja seluas 0,01 hektar/tahun. Beberapa daerah di Kota Jakarta

Utara bagian timur memang memiliki tingkat kepadatan yang cukup rendah dari segi bangunan bila dibandingkan dengan bagian Jakarta Utara lain terutama bagian tengah yang sangat padat oleh bangunan, bahkan beberapa diantaranya dibangun di atas tanah yang tidak seharusnya diperuntukan untuk bangunan yang mana mengacu pada peta RTRW Kota Jakarta Utara dapat dilihat pada Tabel IV.1.

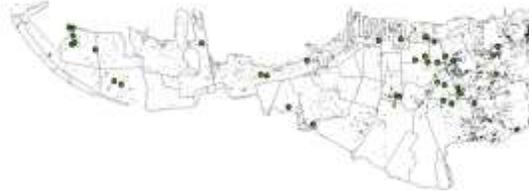
Tabel IV.1. Perubahan lahan terbangun tiap kelurahan tahun 2016 hingga 2019

Kelurahan	Lahan Terbangun (hektar)
Marunda	173,8
Cilincing	55,28
Semper Timur	58,48
Rorotan	80,88
Semper Barat	27,68
Kali Baru	16,08
Lagoa	2,24
Tugu Utara	5,28
Tugu Selatan	9,92
Suka pura	28,24
Pegangsaan 2	2,96
Kelapa Gading Timur	1,96
Kelapa Gading Barat	8,88
Rawa Badak Selatan	10,64
Rawa Badak Utara	2,8
Kebon Bawang	1,2
Koja	2,64
Sungai Bambu	1,52
Sunter jaya	11,2
Papango	7,12
Warakas	0,24
Sunter Agung	14,56
Tanjung Priuk	5,24
Pademangan Timur	8,72
Pademangan Barat	0,56
Ancol	6,4
Pinangasia	0,2
Roa Malaka	0,2
Pekoja	0,04
Pejagalan	3,72
Pejaringan	10,6
Pluit	19,8
Kapuk Muara	12,68
Kamal Muara	14

Validasi terhadap hasil olahan citra menggunakan *bandmath* IBI dilakukan dengan mengambil sampel berjumlah 36 titik yang tersebar di seluruh Kota Jakarta Utara berupa tutupan lahan non bangunan dapat dilihat pada Gambar IV.4. 36 titik yang diambil sebagai sampel didapatkan bahwa 34 titik sampel sesuai dengan hasil olahan citra, berdasarkan hasil tersebut didapatkan tingkat kesesuaiannya sebesar 94%.



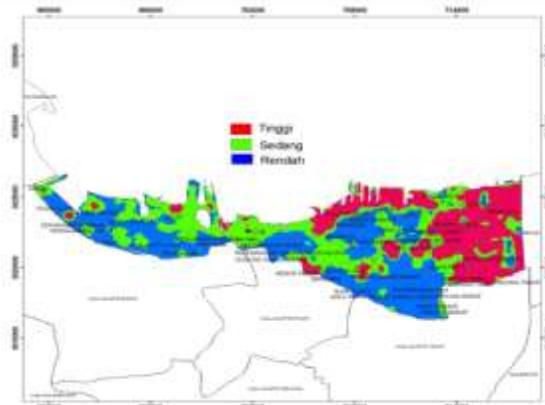
Gambar IV.3. Perubahan Kawasan Terbangun



Gambar IV.4. Sampel validasi perubahan kawasan terbangun

Tahapan selanjutnya setelah didapatkan perubahan kawasan terbangun tersebut maka dilakukan uji lapangan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan kenyataan, maka dilakukan survey untuk mengambil sampel ke lapangan terhadap bangunan yang sebelumnya tidak ada di tahun 2016 dan sekarang terbangun di tahun 2019.

Hasil survey dari 36 titik sampel, didapatkan 31 titik sesuai dengan hasil olahan citra, maka ketelitian yang didapatkan dari olahan citra sebesar 86%. Pengolahan selanjutnya menggunakan analisis visual menggunakan data piksel perubahan kawasan terbangun yang data awalnya berupa raster diubah ke dalam bentuk *shapefile* berupa point agar selanjutnya dapat diolah dengan menggunakan *density* pada ArcToolBox agar mengetahui persebarannya didapatkan hasil pada Gambar IV.5.

Gambar IV.5. Hasil klasifikasi *density* perubahan IBI tahun 2016 hingga 2019

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa perubahan kawasan terbangun yang terjadi di Kota Jakarta Utara pada beberapa daerah

cukup banyak terjadi. Hasil dari metode IBI perubahan lahan terbangun dengan total seluas 228,23 hektar/tahun bila dibandingkan dengan luas total Kota Jakarta Utara maka perubahan sebesar 1%/tahun, sementara perubahan kelurahan terluas di Marunda seluas 57 hektar/tahun dan terkecil di Kelurahan Pekoja seluas 0,01 hektar/tahun.

Pembangunan yang dilakukan mayoritas didominasi oleh permukiman dan beberapa oleh perindustrian dan perkantoran berupa gedung pencakar langit. Beberapa daerah di Kota Jakarta Utara bagian timur memang memiliki tingkat kepadatan yang cukup rendah dari segi bangunan bila dibandingkan dengan bagian Jakarta Utara lain terutama bagian tengah yang sangat padat oleh bangunan, bahkan beberapa diantaranya dibangun di atas tanah yang tidak seharusnya diperuntukan untuk bangunan yang mana mengacu pada peta RTRW Kota Jakarta Utara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada asisten dosen laboratorium Fotogrametri dan Penginderaan Jauh atas dukungan pengolahan data serta kepada saudara Emeraldita Amirul Ariefa sebagai asisten penelitian dan koreksi serta masukan dari Bapak Andri Suprayogi ST., MT atas jurnal penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Danoedoro P. (1996). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- ESA. (2013). *Sentinel-1 ESA SAR User Guide Introduction*. <http://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar>, diakses pada 4 April 2019
- Haniah, H., dan Prasetyo, Y. (2011). Pengenalan Teknologi Radar untuk Pemetaan Spasial di kawasan Tropis. *Jurnal Fakultas Teknik UNDIP*, 32(2), 156-162
- Xu, Hanqiu. (2006). Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27, pp. 3025–3033.
- Xu H., (2008). A New Index For Delineating Built-Up Land Features In Satellite Imagery. *International Journal Of Remote Sensing*, 29, Pp. 4269–4276.
- Zarzycki, J. . (1991). *Glasses and the Vitreous State*, Cambridge Solid State Science Series, Eds. Clarke, D.R., *et al*.