

ANALISIS PERKEMBANGAN RUANG TERBUKA HIJAU TERHADAP CAKUPAN AIR TANAH DI KOTA SEMARANG

Ahmad Firdous Syifa^{*)}, Sawitri Subiyanto, Fauzi Janu Amarrohman

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email : fidousy@gmail.com

ABSTRAK

Ruang Terbuka Hijau (RTH) menurut Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 7 Tahun 2010 Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau adalah area memanjang atau jalur dan atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun sengaja ditanam. Cakupan air tanah atau keseluruhan Muka Air Tanah (MAT) terkait erat oleh kependudukan di suatu wilayah. Tingkat pertumbuhan dan kepadatan penduduk yang tinggi tentunya dapat berimplikasi terhadap akses untuk memperoleh air bersih. Ruang terbuka hijau adalah salah satu faktor yang menjadi konsentrasi atas perubahan kedalaman air tanah dikarenakan RTH mempunyai manfaat salah satunya adalah sebagai daerah resapan air. Penelitian ini menggunakan metode klasifikasi *supervised classification* untuk melihat perubahan RTH dan non-RTH yaitu daerah terbangun, badan air, jalan dan lahan kosong. Hasil perubahan RTH dan non-RTH dikorelasikan dengan perubahan MAT dengan menggunakan metode pemodelan *Inverse Distance Weighted* (IDW) yang menghasilkan model perubahan MAT. Korelasi spasial perubahan MAT dan luasan RTH Pada tahun 2016 ke 2019 menunjukkan korelasi sebesar 0,09% untuk tingkat korelasi rendah, 0,18% untuk tingkat korelasi sedang, 0,23% untuk tingkat korelasi tinggi dan 0,29% untuk tingkat korelasi sangat tinggi. Tingkat korelasi perubahan kedalaman MAT dengan luasan RTH memiliki angka persentase total terlalu sedikit yaitu dibawah 5% dari jumlah total luas Kota Semarang, sehingga dapat disimpulkan bahwa perubahan kedalaman MAT dengan luasan RTH berkorelasi rendah.

Kata Kunci : Cakupan Air Tanah, *Inverse Distance Weighted* (IDW), Korelasi Spasial, Ruang Terbuka Hijau, *Supervised Classification*

ABSTRACT

Green Open Space (RTH) according to Semarang City Regional Regulation No. 7 of 2010 concerning the Arrangement of Green Open Space is an elongated area or path and or grouped, the use of which is more open, place to grow plants, both those that grow naturally and intentionally planted. Groundwater coverage or the whole ground water level (MAT) is closely related to population in an area. High growth rates and population densities can certainly have implications for access to clean water. Green open space is one of the factors that is the concentration of changes in groundwater depth because green space has the benefit of one of which is as a water catchment area. This study uses the supervised classification method to see changes in green open space and non-green open space built area, water bodies, roads and vacant land. The results of changes in green space and non-green space are correlated with changes in MAT using the Inverse Distance Weighted (IDW) modeling method that results in a model of MAT changes. Spatial correlation method of overlapping changes in MAT and RTH area In 2016 to 2019 showed a correlations of 0.09% for low correlation, 0.18% for medium correlation, 0.23% for high correlation and 0.29% for very high correlation. The level of correlation of changes in MAT depth with the area of green space has a total percentage of numbers that is too little ie under 5% of the total area of the City of Semarang, so it can be concluded that the change in the depth of MAT with the area of green space correlation level is low.

Keyword : *Green Open Space, Groundwater Coverage, Inverse Distance Weighted (IDW), Supervised Classification, Spatial Correlation*

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang dan Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 7 Tahun 2010 Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau (RTH) disebutkan bahwa pengertian Ruang Terbuka Hijau (RTH) adalah area memanjang atau jalur dan atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh tanaman secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. RTH memiliki fungsi Ekologi, Rekreasi, Estetis, Pendidikan, Planologi dan Ekonomi, yang dibutuhkan oleh suatu wilayah kota atau kabupaten dan sudah tertulis peraturannya di dalam UU No. 26 Tahun 2007 dan Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 7 Tahun 2010 Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau (RTH) terutama untuk kota Semarang.

Cakupan air tanah atau keseluruhan Muka Air Tanah (MAT) yang dapat dicakup di Kota Semarang pada Tahun 2016 hingga 2019 mengalami fluktuasi air tanah di rentang waktu tersebut, terjadi kering atau sulit mendapatkan air tanah juga terjadi banjir, apakah resapan air di Kota Semarang yang diwakilkan oleh RTH berpengaruh terhadap air tanah di Kota Semarang, tetapi variabel antara yang menjembatani hubungan antara ketersediaan air bersih dan penduduk selain kependudukan juga banyak, antara lain adalah teknologi, kebijakan, dan budaya (Mujiyani, Rachmawati dan Hidayati, 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis apakah ada hubungan perubahan RTH menggunakan metode *supervised classification* dengan cakupan air tanah atau kedalaman Muka Air Tanah (MAT) yang dimodelkan dengan interpolasi IDW yang ada di Kota Semarang dikarenakan karakter air tidak menentu, kadang berlebih dan banjir juga kering atau susah untuk mendapatkan air bawah tanah, sehingga membuat penelitian ini penting untuk dilakukan, bercermin dari salah satu fungsi dan manfaat RTH atau vegetasi sebagai daerah resapan air juga penyimpan air membuat RTH di Kota Semarang sebagai kota sedang berkembang ini menjadi salah satu faktor penting yang berhubungan dengan cakupan air tanah. Penelitian ini menggunakan RTH dengan sebagai faktor penting karena RTH adalah salah satu yang menjadi konsentrasi pemerintah untuk suatu kota bisa berkembang.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana analisis hasil dan perubahan Ruang Terbuka Hijau di Kota Semarang pada tahun 2016 dan 2019?

2. Bagaimana analisis hasil dan perubahan cakupan air tanah yang ada di Kota Semarang pada tahun 2016 dan 2019?
3. Bagaimana analisis hasil hubungan atau korelasi antara perubahan RTH Kota Semarang dengan perubahan cakupan air tanah pada tahun 2016 dan 2019?

I.3 Manfaat dan Tujuan Penelitian

I.3.1 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan, yaitu:

1. Mengetahui analisis hasil dan perubahan Ruang Terbuka Hijau di Kota Semarang pada tahun 2016 dan 2019.
2. Mengetahui analisis hasil dan perubahan cakupan air tanah atau ketinggian MAT tercakup yang ada di Kota Semarang pada tahun 2016 dan 2019.
3. Mengetahui analisis hasil hubungan atau korelasi antara perubahan RTH Kota Semarang dengan perubahan cakupan air tanah pada tahun 2016 dan 2019.

I.3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini terbagi menjadi dua bagian manfaat, yaitu:

1. Aspek Keilmuan
 - a. Subjek mempelajari ilmu mengenai pengolahan citra untuk mempresentasikan data lapangan.
 - b. Subjek mempelajari dan memberikan informasi mengenai klasifikasi RTH juga perubahannya serta perubahan air tanah berdasarkan data dan citra.
2. Aspek Kerekayasaan

Penelitian dapat menjadi referensi bagian atau pihak pemerintahan Kota Semarang untuk melakukan perencanaan RTH sehingga manfaat pada RTH sebagai daerah resapan air dapat dimaksimalkan.

I.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini mempunyai beberapa batasan untuk membatasi kajian masalah yang dibahas,yaitu :

1. Penelitian ini hanya mengkaji korelasi spasial, regresi linear dan pearson perkembangan RTH Kota Semarang dengan ketersediaan cakupan air tanahnya dan faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan air tanah seperti daya dukung lahan, cuaca dan bencana tidak dikaji.
2. Klasifikasi RTH yang digunakan mengikuti Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 7 Tahun 2010.

3. Klasifikasi RTH dengan kerapatan yang sama dilakukan generalisasi seperti RTH Kawasan Hutan dan RTH Kawasan Pertanian.
4. Metode Klasifikasi RTH yang digunakan adalah *supervised classification* dan digitasi.
5. Validasi dilakukan dengan melakukan survei lapangan.
6. Penelitian ini menggunakan data air tanah dangkal tahun 2016 dan 2019 yang merupakan data sekunder sehingga belum dipastikan akurasi kemudian dilakukan proses interpolasi IDW.

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Ruang Terbuka Hijau

Menurut Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 7 Tahun 2010 Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau, RTH adalah area memanjang/jalur dan/atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. Klasifikasi yang digunakan mengacu dari Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 7 Tahun 2010 Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau.

II.2 Air Tanah

Saparuddin mengungkapkan pada tahun 2010 air tanah merupakan bagian siklus hidrologi, yaitu air permukaan di sekitar bumi termasuk air laut karena pengaruh panas matahari menguap atau berubah menjadi uap air, oleh angin sebahagian ditiup ke arah daratan, dan pada tempat tertentu (umumnya memiliki elevasi tinggi) uap tersebut akan mengalami pemampatan setelah air jenuh terlampaui akan berubah menjadi kumpulan air dan jatuh ke bumi sebagai air hujan.

Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2018 Tentang Pedoman Penetapan Zona Konservasi Air Tanah mengartikan ketinggian permukaan air tanah pada suatu akuifer di lokasi dan waktu tertentu adalah cakupan air tanah atau Muka Air Tanah (MAT) yang dapat tercakup.

II.3 Supervised Classification

Supervised classification atau klasifikasi terbimbing adalah klasifikasi dengan menggunakan input objek yang dipilih oleh operator sebagai contoh untuk mengklasifikasikan objek yang memiliki karakter yang sama dengan objek yang dipilih tersebut. Pemilihan objek sampel pada suatu piksel dalam lokasi geografis disebut sebagai *training area*. Pada klasifikasi terbimbing hal yang harus diperhatikan adalah kriteria

sampel (*training area*) yang dipilih. Pada *supervised classification* proses yang dilakukan adalah pengenalan objek oleh komputer berdasarkan kecenderungan piksel yang sama dengan sampel yang dipilih (Danoedoro, 2012).

II.4 Interpolasi Inverse Distance Weighted

Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) memiliki pengaruh yang bersifat lokal yang berkurang terhadap jarak yang memberikan bobot yang lebih besar pada sel yang terdekat dibandingkan dengan sel yang lebih jauh. Metode ini memiliki asumsi bahwa setiap titik input mempunyai pengaruh yang bersifat lokal yang berkurang terhadap jarak. Bobot yang digunakan untuk rata-rata adalah turunan fungsi jarak antara titik sampel dan titik yang diinterpolasi (Philip dan Watson, 1982 dalam Pasaribu dan Haryani, 2012).

Inverse dari kuadrat jarak dan persamaan ini digunakan untuk metode *Inverse Distance Weighted* yang dirumuskan dengan formula berikut ini (Azpurua dan Ramos, 2010 dalam Pasaribu, 2012):

$$Z = \sum \omega_i Z_i N_i - 1 \dots\dots\dots(1)$$

Dimana Z_i ($i = 1, 2, 3, \dots, N$) merupakan nilai ketinggian data yang ingin diinterpolasi sejumlah N titik, dan bobot (*weight*) ω_i yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\omega_i = h_i^{-p} \sum h_j^{-pn} j=0 \dots\dots\dots(2)$$

p adalah nilai positif yang dapat diubah-ubah yang disebut dengan parameter power (biasanya bernilai 2) dengan h_j merupakan jarak dari sebaran titik ke titik interpolasi yang dijabarkan sebagai:

$$h_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \dots\dots\dots(3)$$

(x, y) adalah koordinat titik interpolasi dan (x_i, y_i) adalah koordinat untuk setiap sebaran titik.

II.5 Matriks Konfusi

Matriks Konfusi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja suatu metode klasifikasi. Matriks Konfusi adalah matriks yang mengindikasikan tingkat akurasi citra yang telah terklasifikasi terhadap data referensi.

Beberapa persamaan fungsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$User's Accuracy = \frac{x_{11}}{X_{1+}} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

$$Producer's Accuracy = \frac{x_{11}}{X_{1+}} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

$$Overall Accuracy = \left(\frac{\sum_{i=1}^r x_{ii}}{N} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

$$Kappa Accuracy = \left[\frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{1+} X_{+1}}{N^2 - \sum_{i=1}^r X_{1+} X_{+1}} \right] \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

- N : Banyaknya piksel dalam contoh
- X_{1+} : Jumlah piksel dalam baris ke- i
- X_{+1} : Jumlah piksel dalam kolom ke- i

X_{ii} : Nilai diagonal dari matrik kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i

Jumlah sampel dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan formula Anderson (Lo, 1996 : 277) dalam (Nawangwulan, 2013), yaitu :

$$N = \frac{4pq}{Ez} \dots\dots\dots(8)$$

N : jumlah sampel
 P : ketelitian yang diharapkan
 Q : selisih antara 100 dan p
 E : kesalahan yang diharapkan

Dalam penelitian ini diinginkan tingkat ketelitian 80% dan tingkat kesalahan sebesar 10% .

II.6 Korelasi Spasial

Kuat lemah hubungan diukur menggunakan jarak (*range*) 0 sampai dengan 1. Korelasi mempunyai kemungkinan pengujian hipotesis dua arah (*two tailed*). Untuk memudahkan melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel, Sarwono (2006) memberikan kriteria sebagai berikut:

- 1. 0 : Tidak ada korelasi antara dua variabel
- 2. >0 – 0,25 : Korelasi sangat lemah
- 3. >0,25 - 0, 5 : Korelasi cukup
- 4. >0,5 - 0,75 : Korelasi kuat
- 5. >0,75 – 0,99 : Korelasi sangat kuat
- 6. 1 : Korelasi sempurna

II.7 Regresi Linear

Analisis regresi dalam statistika adalah salah satu metode untuk menentukan hubungan sebab-akibat antara satu variabel dengan variabel yang lain. Variabel "penyebab" disebut dengan bermacam-macam istilah: variabel penjelas, variabel eksplanatorik, variabel independen, atau secara bebas, variabel X (karena seringkali digambarkan dalam grafik sebagai absis, atau sumbu X). Variabel terkena akibat dikenal sebagai variabel yang dipengaruhi, variabel *dependen*, variabel terikat, atau variabel Y. Model Persamaan Regresi Linear Sederhana adalah seperti berikut ini (Hartono, 2008) :

$$Y = a + bX \dots\dots\dots(9)$$

Dimana:

Y : Variabel *Response* atau Variabel Akibat (*Dependent*)
 X : Variabel *Predictor* atau Variabel Faktor Penyebab (*Independent*)
 a : Konstanta
 b : Koefisien regresi (kemiringan); besaran *Response* yang ditimbulkan oleh *Predictor*

II.8 Korelasi Pearson

Karena variabel yang diteliti adalah data interval maka teknik statistik yang digunakan adalah Pearson *Correlation Product Moment* (Sugiyono, 2013:216). Menurut Sugiyono (2013:248) penentuan koefisien korelasi dengan menggunakan metode analisis korelasi Pearson dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{\{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\} - \{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2\}}} \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan:

r_{xy} = Koefisien korelasi pearson
 x_i = Variabel independen
 y_i = Variabel dependen
 n = Banyak sampel

III. Metodologi Penelitian

III.1 Alat dan Data

1. Peralatan Pengolahan Data
 Perangkat pengolahan data terdiri dari 2 (dua) perangkat, yakni perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*):
 - 1) Perangkat Keras (*Hardware*)
 - a. Laptop digunakan untuk pengolahan data.
 - b. *Smartphone* digunakan untuk dokumentasi saat validasi lapangan.
 - 2) Perangkat Lunak (*Software*)
 - a. AcrGIS 10.4.1 untuk proses *Supervised*, IDW dan *Editing*.
 - b. Microsoft Office untuk pembuatan laporan dan perhitungan
 - c. Google Earth Pro untuk membantu proses *Editing*.
2. Data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ada pada **Tabel 1**.

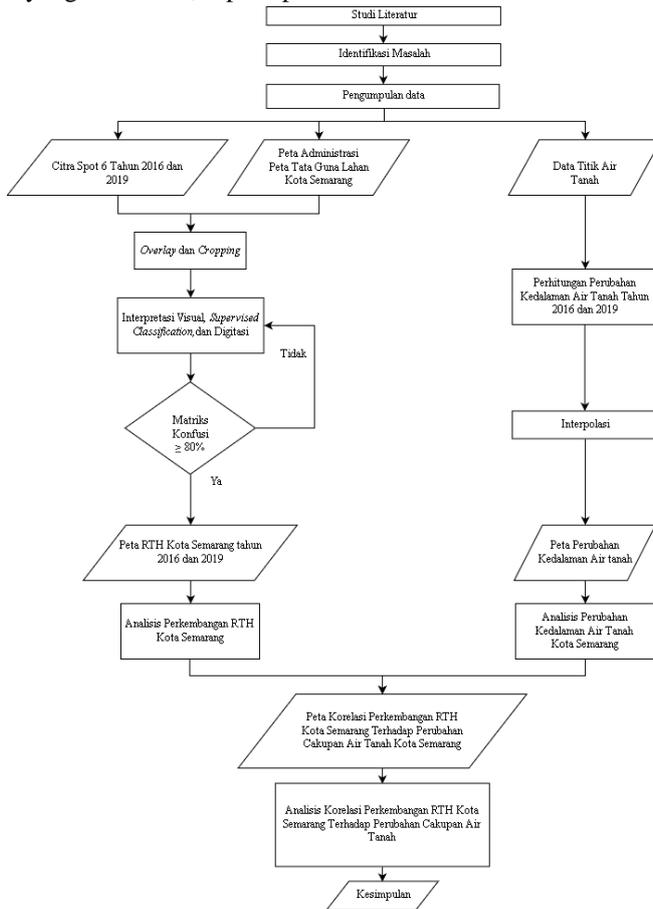
Tabel 1 Data penelitian

No	Data	Sumber
1	Peta Administrasi Kota Semarang	BAPPEDA Kota Semarang
2	Peta Jaringan Jalan Kota Semarang	BAPPEDA Kota Semarang
3	Cira SPOT 6 tahun 2016	Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)
4	Cira SPOT 6 tahun 2019	Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)
5	Data Titik Air Tanah	Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM)

III.2 Pengolahan Data

Secara garis besar penelitian dijabarkan dengan menggunakan diagram alir yang merupakan tahapan – tahapan dari awal mulai penelitian kemudian dilanjutkan dengan proses dan hasil yang akan dilakukan analisis

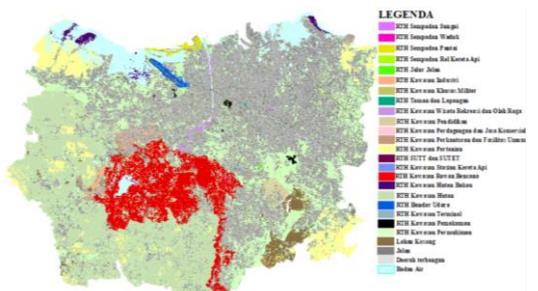
kemudian mendapatkan kesimpulan untuk penelitian yang dilakukan, seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

IV. Hasil dan Pembahasan
IV.1 Hasil Klasifikasi Citra

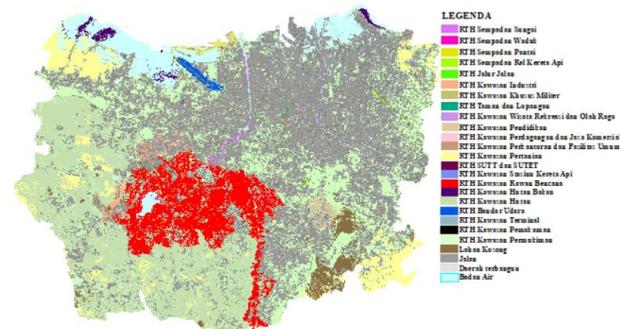
Klasifikasi citra dilakukan dengan menggunakan metode digitasi dengan *supervised* algoritma *Maximum Likelihood*. Hasil dari klasifikasi RTH Kota Semarang pada tahun 2016 dan 2019 dengan klasifikasi mengacu pada Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 7 Tahun 2010 Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau ditambah dengan informasi Daerah Terbangun, Badan Air, Jalan dan Lahan Kosong. Hasil klasifikasi RTH pada **Gambar 2** dan **Gambar 3**, kemudian klasifikasi serta luasannya tertera dan dijelaskan pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**.



Gambar 2 Klasifikasi RTH 2016

Tabel 2 Luasan RTH 2016

Klasifikasi RTH	Luas (ha)
RTH Kawasan Permukiman	7.705,544
RTH Kawasan Perkantoran dan Fasilitas Umum	4,116
RTH Kawasan Perdagangan dan Jasa Komersial	0,955
RTH Kawasan Pendidikan	452,327
RTH Kawasan Pertanian	2.023,588
RTH Kawasan Industri	209,910
RTH Kawasan Wisata, Rekreasi dan Olah Raga	16,981
RTH Kawasan Pemakaman	48,961
RTH Taman dan Lapangan	5,189
RTH Kawasan Khusus Militer	1,123
RTH Kawasan Terminal	0,993
RTH Kawasan Stasiun Kereta Api	0,604
RTH Kawasan Bandar Udara	116,462
RTH Jalur Jalan	17,079
RTH Jalur Sempadan Rel Kereta Api	17,108
RTH Jalur Sambungan Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Sambungan Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET)	2,259
RTH Kawasan Hutan	5.296,934
RTH Kawasan Rawan Bencana	4.399,849
RTH Hutan Bakau	185,885
RTH Kawasan Sempadan Pantai	87,451
RTH Kawasan Sempadan Sungai	82,430
RTH Kawasan Sempadan Waduk	11,010
Jumlah	20.686,755



Gambar 3 Klasifikasi RTH 2019

Tabel 3 Luasan RTH 2019

Klasifikasi RTH	Luas (ha)
RTH Kawasan Permukiman	7.549,286
RTH Kawasan Perkantoran dan Fasilitas Umum	4,116
RTH Kawasan RTH Kawasan Perdagangan dan Jasa Komersial	0,955
RTH Kawasan Pendidikan	452,327
RTH Kawasan Pertanian	1.958,245
RTH Kawasan Industri	202,766
RTH Kawasan Wisata, Rekreasi dan Olah Raga	16,981
RTH Kawasan Pemakaman	48,961
RTH Taman dan Lapangan	5,189
RTH Kawasan Khusus Militer	1,123
RTH Kawasan Terminal	0,993
RTH Kawasan Stasiun Kereta Api	0,604
RTH Kawasan Bandar Udara	116,462
RTH Jalur Jalan	17,079
RTH Jalur Sempadan Rel Kereta Api	17,107
RTH Jalur Sambungan Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Sambungan Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET)	2,259
RTH Kawasan Hutan	5.252,542
RTH Kawasan Rawan Bencana	4.393,807
RTH Hutan Bakau	185,885
RTH Kawasan Sempadan Pantai	99,923
RTH Kawasan Sempadan Sungai	82,430
RTH Kawasan Sempadan Waduk	11,010
Jumlah	20.420,048

Luasan RTH (dalam satuan hektar) didapat setelah hasil klasifikasi citra untuk RTH selesai, sehingga menghasilkan luasan tiap kelasnya. **Tabel 2** menunjukkan bahwa luasan yang paling besar atau paling luas yaitu RTH Kawasan Permukiman sebesar 7705,544 ha, jumlah total dari luasan RTH pada tahun 2016 adalah 20686,755 ha, dan dari **Tabel 3** ditunjukkan bahwa luasan paling besar juga ada pada RTH Kawasan Permukiman dengan luas sebesar 7549,286, jumlah total luasan RTH pada tahun 2019 menurun menjadi 20420,048 ha.

IV.2 Analisis Perubahan RTH Tahun 2016 dan 2019

Perubahan penggunaan lahan pada kecamatan yang mengalami perubahan penggunaan lahan di Kota Semarang antara lain adalah Kecamatan Gayamsari, Kecamatan Pedurungan, Kecamatan Genuk, Kecamatan Tugu, Kecamatan Ngaliyan, Kecamatan Mijen, Kecamatan Gunung Pati, Kecamatan Banyumanik dan Kecamatan Tembalang, diperoleh dengan dengan cara analisa peta digital dengan tumpang susun atau *overlay intersect* peta penggunaan lahan tahun 2016 dan 2019.

IV.2.1 Kecamatan Gayamsari

Persentase luas perubahan diperoleh dari perbandingan luas perubahan dengan luas Kecamatan Gayamsari yaitu ± 643,487 ha. Luas Perubahan RTH Kecamatan Gayamsari seperti pada **Tabel 4**.

Tabel 4 Luas Perubahan RTH Kecamatan Gayamsari

No	Keterangan		Luas Perubahan	
	2016	2019	Ha	%
1	RTH Kawasan Permukiman	Daerah Terbangun	0,064	0,01
2	RTH Kawasan Permukiman	Lahan Kosong	1,440	0,22
Jumlah			1,504	0,23

IV.2.2 Kecamatan Pedurungan

Persentase luas perubahan diperoleh dari perbandingan luas perubahan dengan luas Kecamatan Pedurungan yaitu ± 2.198,652 ha. Luas Perubahan RTH Kecamatan Pedurungan seperti pada **Tabel 5**.

Tabel 5 Luas Perubahan RTH Kecamatan Pedurungan

No	Keterangan		Luas Perubahan	
	2016	2019	Ha	%
1	RTH Kawasan Permukiman	Daerah Terbangun	0,666	0,03
2	RTH Kawasan Permukiman	Jalan	1,263	0,06
3	RTH Kawasan Permukiman	Lahan Kosong	22,184	1,01
4	Lahan Kosong	RTH Kawasan Permukiman	2,923	0,13
Jumlah			24,687	1,23

IV.2.3 Kecamatan Genuk

Persentase luas perubahan diperoleh dari perbandingan luas perubahan dengan luas Kecamatan Genuk yaitu ± 2.729,454 ha. Luas Perubahan RTH Kecamatan Genuk seperti pada **Tabel 6**.

Tabel 6 Luas Perubahan RTH Kecamatan Genuk

No	Keterangan		Luas Perubahan	
	2016	2019	Ha	%
1	RTH Kawasan Pertanian	RTH Kawasan Permukiman	8,166	0,30
2	RTH Kawasan Pertanian	Daerah Terbangun	6,103	0,22
3	RTH Kawasan Pertanian	Jalan	4,092	0,15
4	RTH Kawasan Industri	Daerah Terbangun	0,000	0,00
5	RTH Kawasan Industri	Jalan	0,043	0,00
6	RTH Kawasan Industri	Lahan Kosong	0,005	0,00
7	RTH Kawasan Industri	RTH Kawasan Permukiman	0,019	0,00
8	RTH Kawasan Permukiman	Lahan Kosong	17,659	0,65
Jumlah			36,087	1,32

IV.2.4 Kecamatan Tugu

Persentase luas perubahan diperoleh dari perbandingan luas perubahan dengan luas Kecamatan Tugu yaitu ± 2.940,584 ha. Luas Perubahan RTH Kecamatan Tugu seperti pada **Tabel 7**.

Tabel 7 Luas Perubahan RTH Kecamatan Tugu

No	Keterangan		Luas Perubahan	
	2016	2019	Ha	%
1	RTH Kawasan Permukiman	Daerah Terbangun	2,340	0,08
2	RTH Kawasan Permukiman	Jalan	1,452	0,05
3	RTH Kawasan Permukiman	Lahan Kosong	2,072	0,07
4	RTH Kawasan Pertanian	Lahan Kosong	2,244	0,08
5	RTH Kawasan Pertanian	Daerah Terbangun	13,423	0,46
Jumlah			21,531	0,73

IV.2.5 Kecamatan Banyumanik

Persentase luas perubahan diperoleh dari perbandingan luas perubahan dengan luas Kecamatan Banyumanik yaitu ± 3.092,599 ha. Luas Perubahan RTH Kecamatan Banyumanik seperti pada **Tabel 8**.

Tabel 8 Luas Perubahan RTH Kecamatan Banyumanik

No	Keterangan		Luas Perubahan	
	2016	2019	Ha	%
1	Lahan Kosong	RTH Kawasan Permukiman	4,498	0,15
2	RTH Kawasan Permukiman	Lahan Kosong	49,101	1,59
Jumlah			53,599	1,73

IV.2.6 Kecamatan Tembalang

Persentase luas perubahan diperoleh dari perbandingan luas perubahan dengan luas Kecamatan Tembalang yaitu ± 4.145,232 ha. Luas Perubahan RTH Kecamatan Tembalang seperti pada **Tabel 9**.

Tabel 9 Luas Perubahan RTH Kecamatan Tembalang

No	Keterangan		Luas Perubahan	
	2016	2019	Ha	%
1	RTH Kawasan Permukiman	Daerah Terbangun	10,808	0,26
2	RTH Kawasan Permukiman	Jalan	6,192	0,15
3	RTH Kawasan Permukiman	Lahan Kosong	61,425	1,48
Jumlah			78,424	1,89

IV.2.7 Kecamatan Gunung Pati

Persentase luas perubahan diperoleh dari perbandingan luas perubahan dengan luas Kecamatan Gunung Pati yaitu ± 6.146,230 ha. Luas Perubahan RTH Kecamatan Gunung Pati seperti pada **Tabel 10**.

Tabel 10 Luas Perubahan RTH Kecamatan Gunung Pati

No	Keterangan		Luas Perubahan	
	2016	2019	Ha	%
1	RTH Kawasan Pertanian	Daerah Terbangun	0,585	0,01
2	RTH Kawasan Pertanian	Jalan	0,216	0,00
3	RTH Kawasan Pertanian	Lahan Kosong	0,046	0,00
4	RTH Kawasan Pertanian	RTH Kawasan Permukiman	0,740	0,01
5	RTH Kawasan Pertanian	RTH Kawasan Rawan Bencana	2,732	0,04
6	RTH Kawasan Permukiman	Daerah Terbangun	1,070	0,02
7	RTH Kawasan Permukiman	Jalan	0,064	0,00
8	RTH Kawasan Permukiman	Lahan Kosong	1,380	0,02
9	RTH Kawasan Rawan Bencana	Daerah Terbangun	18,827	0,30
10	RTH Kawasan Rawan Bencana	Jalan	34,19	0,56
11	RTH Kawasan Rawan Bencana	Lahan Kosong	6,217	0,10
12	RTH Kawasan Rawan Bencana	RTH Kawasan Pertanian	0,007	0,00
13	RTH Kawasan Rawan Bencana	RTH Kawasan Permukiman	85,952	1,40
Jumlah			78,424	1,89

IV.2.8 Kecamatan Mijen

Persentase luas perubahan diperoleh dari perbandingan luas perubahan dengan luas Kecamatan Mijen yaitu ± 5.381,062 ha. Luas Perubahan RTH Kecamatan Mijen seperti pada **Tabel 11**.

Tabel 11 Luas Perubahan RTH Kecamatan Mijen

No	Keterangan		Luas Perubahan	
	2016	2019	Ha	%
1	Daerah Terbangun	RTH Kawasan Rawan Bencana	0,000	0,00
2	Daerah Terbangun	RTH Kawasan Permukiman	0,001	0,00
3	RTH Kawasan Pertanian	Daerah Terbangun	58,548	1,09
4	RTH Kawasan Pertanian	Jalan	5,624	0,11
5	RTH Kawasan Pertanian	Lahan Kosong	0,224	0,00
6	RTH Kawasan Pertanian	RTH Kawasan Permukiman	13,094	0,24
7	RTH Kawasan Permukiman	Daerah Terbangun	4,504	0,00
8	RTH Kawasan Permukiman	Jalan	2,533	0,05

Tabel 11 Luas Perubahan RTH Kecamatan Mijen (lanjutan)

No	Keterangan		Luas Perubahan	
	2016	2019	Ha	%
9	RTH Kawasan Permukiman	Lahan Kosong	15,782	0,29
10	RTH Kawasan Industri	RTH Kawasan Permukiman	0,000	0,00
11	RTH Kawasan Hutan	Daerah Terbangun	0,377	0,01
12	RTH Kawasan Hutan	Jalan	0,019	0,00
13	RTH Kawasan Hutan	Lahan Kosong	5,142	0,10
14	RTH Kawasan Hutan	RTH Kawasan Pertanian	3,200	0,06
15	RTH Kawasan Hutan	RTH Kawasan Permukiman	2,516	0,05
Jumlah			111,564	1,99

IV.2.9 Kecamatan Ngalayan

Persentase luas perubahan diperoleh dari perbandingan luas perubahan dengan luas Kecamatan Ngalayan yaitu ± 4.490,729 ha. Luas Perubahan RTH Kecamatan Ngalayan seperti pada **Tabel 12**.

Tabel 12 Luas Perubahan RTH Kecamatan Ngalayan

No	Keterangan		Luas Perubahan	
	2016	2019	Ha	%
1	RTH Kawasan Permukiman	Daerah Terbangun	18,395	0,41
2	Lahan Kosong	Sempadan Sungai	0,000	0,00
3	RTH Kawasan Pertanian	Daerah Terbangun	10,849	0,24
4	RTH Kawasan Permukiman	Daerah Terbangun	1,859	0,04
5	RTH Kawasan Permukiman	Jalan	0,398	0,01
6	RTH Kawasan Permukiman	Lahan Kosong	0,539	0,01
7	RTH Kawasan Industri	Daerah Terbangun	0,615	0,01
8	RTH Kawasan Industri	Jalan	0,117	0,00
9	RTH Kawasan Industri	Lahan Kosong	6,309	0,14
10	RTH Kawasan Industri	RTH Kawasan Permukiman	0,036	0,00
11	RTH Kawasan Hutan	Daerah Terbangun	0,331	0,01
12	RTH Kawasan Hutan	Jalan	13,014	0,29
13	RTH Kawasan Hutan	Lahan Kosong	0,301	0,01
14	RTH Kawasan Hutan	RTH Kawasan Permukiman	19,493	0,43
Jumlah			183,820	3,6

Jumlah Perubahan RTH Kota Semarang pada tahun 2016 adalah 20.686,755 ha dan pada tahun 2019 adalah 20.420,048 ha, penurunan sejumlah 266,710 ha yang terjadi dapat dibuat grafik dan ditunjukkan pada **Gambar 4**.

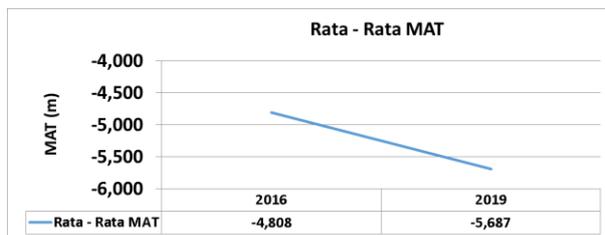


Gambar 4 Grafik Perubahan RTH

IV.3 Analisis Perubahan MAT Tahun 2016 dan 2019

Interpolasi IDW MAT Kota Semarang pada menunjukkan kedalaman MAT (dalam satuan meter) dari tiap kecamatan sehingga bisa didapatkan perubahan kedalaman MAT dari tahun 2016 ke 2019.

Data yang didapat dari interpolasi IDW dan menghasilkan model IDW untuk perubahan MAT kemudian dibuat tabel untuk mengetahui perubahan dari tahun 2016 ke 2019 seperti pada **Tabel 13** beserta Gambar dan grafiknya seperti pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**.



Gambar 5 Grafik Perubahan MAT

Tabel 13 Luas Perubahan MAT Kota Semarang

Kecamatan	2016 (m)	2019 (m)	Selisih (m)
Tembalang	-11,063	-12,366	1,304
Gunung Pati	-8,500	-10,135	1,635
Ngaliyan	-6,017	-7,391	1,374
Mijen	-7,350	-9,758	2,408
Banyumanik	-7,000	-9,894	2,894
Genuk	-0,763	-1,581	0,819
Tugu	-5,690	-6,292	0,602
Pedurungan	-1,638	-2,279	0,641
Gayamsari	-1,582	-2,077	0,495
Gajah Mungkur	-5,566	-5,752	0,186
Semarang Barat	-6,870	-7,032	0,162
Semarang Tengah	-1,061	-1,435	0,374
Semarang Utara	-0,866	-1,577	0,711
Semarang Selatan	-7,246	-7,348	0,101
Semarang Timur	-1,217	-1,338	0,122
Candisari	-4,500	-4,740	0,240
Rata - rata	-4,808	-5,687	-
Jumlah			14,068

IV.4 Analisis Korelasi Perubahan Luasan RTH dengan Perubahan Kedalaman MAT Tahun 2016 dan 2019

IV.4.1 Klasifikasi Air Tanah dan Luasan RTH

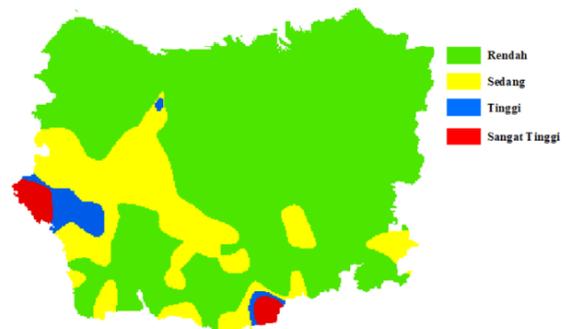
Perkiraan perubahan MAT pada Kota Semarang dilakukan dengan menggunakan data pengamatan sumur-sumur gali warga yang tersebar di Kota Semarang. Data pengamatan yang tersedia yaitu tahun 2016 dan 2019.

Perubahan kedalaman dicari dengan sistem interval dari data yang tersedia. **Tabel 14** menunjukkan luas wilayah klasifikasi penurunan MAT yang terjadi.

Tabel 14 Luas Klasifikasi Perubahan MAT

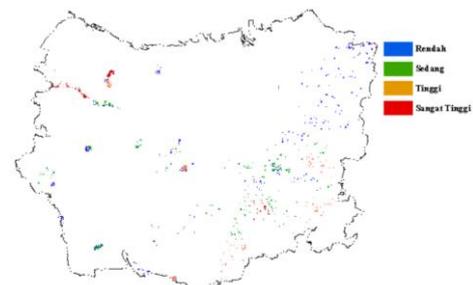
Klasifikasi	Penurunan MAT	Luas (Ha)	Persentase (%)
Rendah	< 25 %	29.460,352	76,14
Sedang	25 % - 50 %	7.435,295	19,39
Tinggi	50 % - 75 %	874,361	2,49
Sangat Tinggi	>75 %	679,802	1,98

Tabel 14 menunjukkan apabila penurunan MAT lebih kecil dari 25% selisih penurunan tertinggi dengan terendah, maka masuk dalam klasifikasi rendah. Begitu juga untuk klasifikasi sedang, tinggi dan sangat tinggi. Penurunan muka air tanah paling banyak masuk dalam klasifikasi Rendah dengan luas sebesar 29.460,352 Ha atau 76,14% dari total luas keseluruhan. Klasifikasi tersebut bisa dilihat dari **Gambar 6**.



Gambar 6 Hasil Reclassify MAT

Perubahan Luasan RTH juga diklasifikasikan kedalam empat kelas yaitu perubahan rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi seperti yang terdapat pada **Gambar 7**.



Gambar 7 Hasil Reclassify RTH

Luasan RTH pada **Tabel 15** menunjukkan jumlah luasan RTH yang mengalami perubahan serta persentase dari total luas Kota Semarang .

Tabel 15 Luas Klasifikasi Perubahan RTH

Klasifikasi	Luas (Ha)	Persentase (%)
Rendah	111,882	0,29
Sedang	91,396	0,24
Tinggi	67,034	0,17
Sangat Tinggi	32,653	0,08

IV.4.2 Analisis Korelasi Spasial RTH dan MAT

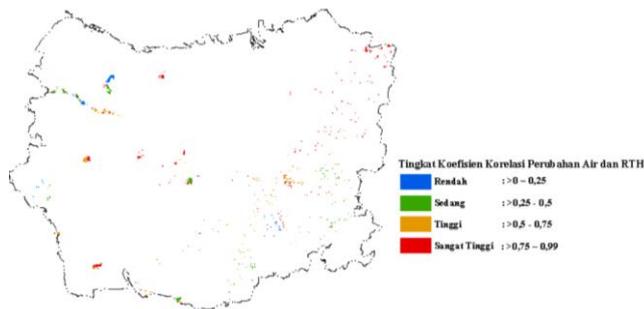
Hasil dari *overlay* perubahan kedalaman air tanah dan perubahan luasan RTH berupa korelasi yang terdiri dari empat tingkat korelasi. Penentuan korelasi spasial tersebut berdasarkan **Tabel 16**, korelasi antara tahun 2016 dan 2019 dapat dilihat pada **Gambar 8**, hasil luas korelasi spasial metode tumpang susun pada **Tabel 17**.

Tabel 16 Matriks Korelasi Spasial

	RTH			
MAT				
Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Sedang				
Tinggi				
Sangat Tinggi				

Keterangan :

Rendah	■
Sedang	■
Tinggi	■
Sangat Tinggi	■



Gambar 8 Hasil Korelasi Spasial

Tabel 17 Tingkat Korelasi Perubahan Kedalaman MAT Dangkal dan Luasan RTH

Korelasi	Tahun 2016 Ke 2019	
	Hektare	%
Rendah	35,131	0,09
Sedang	67,950	0,18
Tinggi	87,137	0,23
Sangat Tinggi	111,344	0,29

IV.4.3 Analisis Korelasi Regresi Linear RTH dan MAT

Berikut analisis korelasi perubahan luas RTH dengan kedalaman MAT Kota Semarang dalam sebuah tabel untuk mencari ΔX dan ΔY . **Tabel 18** menunjukkan data jumlah luasan RTH dan rata – rata MAT pada tahun 2016 dan 2019 untuk mengetahui perubahan dan korelasinya dengan korelasi regresi linear yang hasilnya ada pada **Gambar 9**.

Tabel 18 Jumlah dan Rata – Rata Tahun 2016 dan 2019

Tahun	RTH (ha)	MAT (m)
2016	20686,754	-4,808
2019	20420,048	-5,687

Hasil korelasi regresi linear (**Gambar 9**) dari **Persamaan 9**, $y = 0,0044x - 96,881$ dan $R^2=1$, berarti angka 0,0044 tersebut menunjukkan angka konstanta dari korelasi tersebut sedangkan 96,881 menunjukkan angka koefisien regresi (kemiringan) atau besaran *Response* yang ditimbulkan oleh *Predictor* kemudian R^2 menunjukkan bahwa besar angka korelasi dari 2 variabel adalah 100%, dan setiap 1 ha perubahan RTH akan berpengaruh 0,004 m pada perubahan MAT.



Gambar 9 Hasil Regresi Linear RTH dan MAT

IV.4.4 Analisis Korelasi Pearson RTH dan MAT

Uji korelasi Pearson pada **Tabel 19** menunjukkan korelasi RTH dan MAT.

Tabel 19 Jumlah dan Rata – Rata Tahun 2016 dan 2019

		RTH	MAT
RTH	<i>Pearson Correlation</i>	1	1,000**
	Sig. (2-tailed)		.
	N	2	2
MAT	<i>Pearson Correlation</i>	1,000**	1
	Sig. (2-tailed)	.	
	N	2	2

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 19 menurut **Persamaan 10** menunjukkan hasil uji korelasi pearson dengan jumlah N dari masing – masing variabel = 2 yaitu variabel jumlah luasan RTH tahun 2016 dan 2019 juga sama dengan variabel ketinggian muka air tanah tahun 2016 dan 2019, korelasi signifikan pada tingkat 0,01 menunjukkan bahwa nilai signifikansi korelasi < 0,05 dan dapat dikatakan bahwa kedua variabel tersebut berkorelasi, dan tingkatan nilai korelasi Pearson menunjukkan angka berkorelasi sempurna karena masing masing variabel punya angka nilai korelasi Pearson 1 dan nilai korelasi Pearson bisa dikatakan RTH dan MAT berkorelasi antar kedua variabel dengan korelasi yang kuat dan searah atau bisa dikatakan positif.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut ini:

1. Hasil klasifikasi RTH menunjukkan perubahan pada Kecamatan Tembalang mengalami perubahan sebesar 78,424 ha, Kecamatan Gunung Pati 17,794 ha, Kecamatan Ngaliyan 15,936 ha, Kecamatan Mijen 35,232 ha, Kecamatan Banyumanik 44,603 ha, Kecamatan Genuk 28,144 ha, Kecamatan Tugu 21,530 ha, Kecamatan Pedurungan 23,540 ha dan Kecamatan Gayamsari 1,504 ha. Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah penurunan RTH tahun 2016 ke 2019 adalah sebesar 266,706 ha.
2. Rata – rata kedalaman MAT pada tahun 2016 adalah sebesar -4,808 m dari permukaan tanah, kemudian pada tahun 2019 mengalami penurunan menjadi -5,687 m dari permukaan tanah. Jumlah perubahan MAT dari tahun 2016 ke 2019 adalah sebesar 14,068 m dan rata – rata perubahan penurunan dari tahun 2016 ke 2019 adalah sebesar 0,879 m.
3. Hasil korelasi regresi linear menunjukkan bahwa perubahan MAT dan luasan RTH berkorelasi dan memiliki slope positif, hasil korelasi Pearson menunjukkan korelasi yang kuat dan searah atau bisa dikatakan positif, dan korelasi spasial perubahan MAT dan luasan RTH Pada tahun 2016 ke 2019 menunjukkan korelasi sebesar 0,09% untuk tingkat korelasi rendah, 0,18% untuk tingkat korelasi sedang, 0,23% untuk tingkat korelasi tinggi dan 0,29% untuk tingkat korelasi sangat tinggi. Tingkat korelasi perubahan kedalaman MAT dengan luasan RTH memiliki angka persentase total terlalu sedikit yaitu dibawah 5% dari jumlah total luas Kota Semarang, dari tiga korelasi tersebut disimpulkan bahwa perubahan kedalaman MAT dengan luasan RTH berkorelasi positif dan rendah.

V.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian berikutnya antara lain:

1. Pengamatan pola yang lebih akurat dapat dilakukan dengan menelaah lebih lanjut hingga ke semua kelas RTH yang ada.
2. Klasifikasi penggunaan lahan menggunakan citra dengan resolusi dibawah 1 m untuk proses klasifikasi yang lebih maksimal.
3. Perlunya penambahan parameter lain terkait faktor yang mempengaruhi cakupan air tanah sebagai parameter pembanding untuk pembahasan korelasi.

4. Data *Time-Series* lebih banyak untuk membantu pembuatan Trend yang lebih baik.
5. Proses IDW menggunakan ArcGIS harus diatur *Power* sehingga bisa mencakup nilai maksimum dan minimum dari data MAT.

DAFTAR PUSTAKA

Danoedoro, P. 2012. Pengantar Pengindraan Jauh Digital. Yogyakarta : Penerbit Andi.

Hartono, Jogyanto. 2008. Teori Portofolio dan Analisis Investasi. BPFE: Yogyakarta.

Mujiyani, Rachmawati, L., & Hidayati, D. (2006). Pemetaan Penduduk, Lingkungan dan Kemiskinan: Provinsi-Provinsi Indonesia. Jakarta: Pusat Penelitian Kependudukan LIPI

Nawangwulan, N. H. 2013. “Analisis Pengaruh Perubahan Lahan terhadap Hasil Produksi Tanaman Pangan di Kabupaten Pati Tahun 2001-2011.” *Jurnal Geodesi Undip*, 2(April), hal. 127–140.

Pasaribu, J. M., dan Haryani, N. S. 2012. Perbandingan Teknik Interpolasi DEM SRTM dengan Metode *Inverse Distance Weighted (IDW)*, *Natural Neighbor* dan *Spline (Comparison of DEM SRTM Interpolation Techniques Using Inverse Distance Weighted (IDW), Natural Neighbor and Spline Method)*. Lapan: Jurnal Pengindraan Jauh. Vol. 9 No. 2.

Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 7 Tahun 2010 Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau.

Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 tahun 2007 Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan.

Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2018 Tentang Pedoman Penetapan Zona Konservasi Air Tanah

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008 Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau.

Sarwono, J. 2006. Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Sugiyono. 2013. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.

Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang