**ANALISIS SEBARAN SPASIAL GREYWATER PADA AIRTANAH DANGKAL DI PERMUKIMAN KECAMATAN GUNUNGPATI KOTA SEMARANG****Allessandro Aryo Setyaki, Wahyu Setyaningsih**

Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

**Info Artikel**

*Sejarah Artikel:*  
Diterima Maret 2022  
Disetujui April 2022  
Dipublikasikan April 2022

*Keywords:*  
*Shallow Groundwater,*  
*Greywater, Settlement*

**Abstrak**

Kecamatan Gunungpati merupakan salah satu kecamatan di bagian selatan Kota Semarang yang terdampak masalah pembangunan permukiman. Pembangunan permukiman di Kecamatan Gunungpati meningkat seiring meningkatnya kepadatan penduduk. Kepadatan penduduk berkaitan dengan tingkat pencemaran airtanah berupa *Greywater* yang merupakan salah satu pencemar airtanah yang berupa limbah domestik dari aktivitas rumah tangga seperti dari bekas mencuci pakaian, bekas mencuci piring dari dapur, serta air sisa mandi yang pada umumnya tidak diolah dan langsung dibuang ke sungai maupun selokan. Dalam mengkaji pencemaran airtanah dangkal oleh *greywater* parameter yang perlu diperhatikan diantaranya pH, TSS, BOD, COD, amonia, nitrit dan nitrat. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kepadatan permukiman dan sebaran spasial *greywater* pada airtanah dangkal di permukiman Kecamatan Gunungpati. Penelitian ini menggunakan teknik klasifikasi *supervised* untuk mengetahui kepadatan permukiman dan metode STORET untuk sebaran spasial *greywater* pada airtanah berdasarkan status mutu air. Hasil penelitian menunjukkan kepadatan permukiman di Kecamatan Gunungpati didominasi oleh kepadatan sedang hingga tinggi, dengan kepadatan sedang yaitu seluas 691,73 Ha atau 48,01% dari seluruh luas permukiman di Kecamatan Gunungpati. Berdasarkan analisis mutu air dari 15 sampel airtanah dangkal 10 diantaranya yang berstatus cemar ringan. Adapun sebaran spasial *greywater* pada airtanah dangkal di Kecamatan Gunungpati didominasi oleh parameter BOD.

**Abstract**

Gunungpati sub-district is one of the sub-districts in the southern part of Semarang City which is affected by the problem of settlement development. The settlement development in Gunungpati sub-district is increasing along with the increase in population density. Population density is related to the level of groundwater pollution in the form of greywater which is one of the groundwater pollutants in the form of domestic waste from household activities such as from washing clothes, washing dishes from the kitchen, and bathing leftover water which is generally not treated and is directly discharged into rivers and sewerage. In assessing shallow groundwater pollution by greywater, the parameters that need to be considered include pH, TSS, BOD, COD, ammonia, nitrite and nitrate. The purpose of this study was to determine the density of settlements and the spatial distribution of greywater in shallow groundwater at the settlements of Gunungpati sub-district. This study uses a supervised classification technique to determine settlement density and the STORET method for the spatial distribution of greywater in shallow groundwater based on water quality status. The results showed that the density of settlements in Gunungpati sub-district was dominated by medium to high density, with a medium density of 691.73 hectares or 48.01% of the total area of settlements in Gunungpati sub-district. Based on the water quality analysis of 15 shallow groundwater samples, 10 of them were lightly polluted. The spatial distribution of greywater in shallow groundwater in Gunungpati sub-district is dominated by the BOD parameter.

© 2022 Universitas Negeri Semarang

ISSN 2252-6285

✉ Alamat korespondensi:  
Gedung C1 Lantai 1 FIS Unnes  
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229  
E-mail: [geografiunnes@gmail.com](mailto:geografiunnes@gmail.com)

## PENDAHULUAN

Kota Semarang adalah salah satu kota besar di Indonesia yang mengalami pertumbuhan penduduk tinggi. Sebagai ibukota Provinsi Jawa Tengah, Kota Semarang dilengkapi berbagai fasilitas penunjang kegiatan ekonomi, pendidikan dan lain sebagainya yang menjadi daya tarik masyarakat luar Kota Semarang untuk tinggal di Kota Semarang sehingga meningkatkan lahan terbangun khususnya untuk jenis penggunaan sebagai permukiman. Berdasarkan data (BPS, 2011) jumlah penduduk Kota Semarang pada tahun 2010 adalah sebesar 1.537.433 jiwa dengan kepadatan penduduk 4.087 jiwa/km<sup>2</sup>. Pada tahun 2020 jumlah penduduk Kota Semarang mengalami peningkatan menjadi 1.653.524 jiwa dengan kepadatan penduduk 4.425 jiwa/km<sup>2</sup> (BPS, 2021b). Meningkatnya kepadatan penduduk pada pusat Kota Semarang menyebabkan terjadinya perkembangan Kota Semarang ke daerah pinggiran kota hal ini terjadi karena ketersediaan lahan di pusat kota yang sudah terbatas sehingga tidak mampu menampung lagi berbagai kegiatan masyarakat, daerah pinggiran Kota Semarang yang berkembang pesat yaitu Kota Semarang bagian selatan yang mana terjadi permasalahan tingginya pembangunan permukiman (Pribadi *dkk.*, 2016).

Kecamatan Gunungpati merupakan salah satu kecamatan di bagian selatan Kota Semarang yang terdampak masalah pembangunan permukiman. Alih fungsi lahan dari lahan pertanian maupun ruang terbuka hijau lainnya pada Kecamatan Gunungpati menjadi permukiman tidak hanya dilakukan oleh penduduk yang bermigrasi ke Kecamatan Gunungpati akan tetapi juga oleh penduduk

yang telah menetap lama di Kecamatan Gunungpati, keberadaan Universitas Negeri Semarang sangat berperan dalam perubahan lahan menjadi permukiman karena memacu penduduk yang telah menetap lama di Kecamatan Gunungpati untuk mengubah lahannya menjadi rumah indekos untuk memenuhi kebutuhan tempat tinggal mahasiswa (Suharyadi & Hardoyo, 2016). Berdasarkan data (BPS, 2021a) pada tahun 2020 kepadatan penduduk Kecamatan Gunungpati adalah 1812 jiwa/km<sup>2</sup>, kepadatan permukiman ini terus bertambah seiring banyaknya penduduk yang bermigrasi ke Kecamatan Gunungpati.

Menurut (Sudaryanto & Wibawa, 2013) kepadatan penduduk berkaitan dengan tingkat pencemaran airtanah. *Greywater* adalah salah satu pencemar airtanah yang berupa limbah domestik dari aktivitas rumah tangga seperti dari bekas mencuci pakaian, bekas mencuci piring dari dapur, serta air sisa mandi yang pada umumnya tidak diolah dan langsung dibuang ke sungai maupun selokan (Wulandari, 2019). Adapun *greywater* yang berasal dari kamar mandi mengandung selain mengandung sabun, sampo namun juga terdapat sisa dari kandungan urin (Noah, 2002 dalam Ghaitidak & Yadav, 2013). Dalam mengkaji pencemaran airtanah oleh *greywater* parameter yang perlu diperhatikan diantaranya pH, TSS, BOD, COD, amonia, nitrit dan nitrat karena parameter-parameter tersebut dihasilkan dari aktivitas kamar mandi, dapur dan mencuci pakaian.

Kepadatan penduduk yang tinggi akan memungkinkan terjadinya peningkatan kebutuhan lahan untuk permukiman pada suatu daerah (Putra & Pradoto, 2016). Dengan

meningkatnya kebutuhan lahan untuk permukiman maka akan terjadi peningkatan kepadatan permukiman di Kecamatan Gunungpati yang dikhawatirkan dapat memunculkan permukiman yang tidak terencana. *Greywater* dari permukiman yang tidak terencana pada umumnya tidak ditangani dengan semestinya seperti dibuang pada tanah terbuka yang dapat menimbulkan masalah serius pada pencemaran tanah yang berujung pada tercemarnya airtanah (Hasibuan, 2016).

#### METODE PENELITIAN

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh sumur gali yang berada di Kecamatan Gunungpati. Teknik sampling untuk mengetahui sampel airtanah dangkal di Kecamatan Gunungpati ini menggunakan teknik sampling *purposive sampling*, sampel airtanah dangkal yang diambil mempertimbangkan sumber berupa airtanah dangkal dan diperoleh melalui sumur gali. Pengamatan kualitas airtanah pada penelitian ini menggunakan parameter fisika (TSS) serta parameter kimia anorganik (pH, BOD, COD, amonia, nitrit dan nitrat). Teknik sampling untuk analisis pola penggunaan lahan permukiman menggunakan uji ketelitian dengan teknik *area sampling* dengan skala pemetaan 1:50.000 karena merupakan skala terdekat dengan skala yang digunakan peta Kecamatan Gunungpati yaitu skala 1:55.000 (Badan Informasi Geospasial, 2014). Uji ketelitian pemetaan permukiman dilakukan pengambilan sampel sebanyak 30 titik yang tersebar secara merata. Untuk mengukur tingkat ketelitian interpretasi citra dilakukan perhitungan menggunakan rumus berikut (Cohen, 1960 dalam Pahleviannur, 2019):

$$\text{Ketelitian Citra} = \frac{\text{Jumlah Sampel yang Benar}}{\text{Jumlah Keseluruhan Sampel}}$$

Adapun analisis keruangan pada penelitian memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan perangkat lunak ArcMap 10.6.1. Pada penelitian ini perangkat lunak ArcMap 10.6.1 dapat digunakan untuk mengetahui arah aliran airtanah pada Kecamatan Gunungpati melalui pengukuran kedalaman muka airtanah yang dilakukan dalam observasi lapangan yang selanjutnya dilakukan proses interpolasi dengan metode interpolasi *Kriging* pada perangkat lunak ArcMap.

Analisis kepadatan permukiman pada penelitian ini memanfaatkan penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG) dengan perangkat lunak ArcMap 10.6.1 untuk memetakan kepadatan permukiman dengan memanfaatkan citra satelit resolusi tinggi (CSRT) SPOT-7 PMS ORT dengan tanggal akuisisi 1 September 2021 dengan menggunakan teknik klasifikasi *supervised*. Klasifikasi *supervised* akan menghasilkan tingkat kepadatan permukiman berdasarkan perhitungan luas seluruh atap permukiman dengan luas blok permukiman. Kepadatan permukiman dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

#### Kepadatan Permukiman

$$= \frac{\sum \text{Seluruh Luas Atap (Ha)}}{\sum \text{Luas Blok Permukiman (Ha)}} \times 100\%$$

Sumber : Prasetyo & Rahayu (2013)

Menurut (Farizki & Anurogo, 2017) kepadatan pemukiman dibagi menjadi 3 kriteria yaitu:

1. Luas pemukiman rata-rata < 40% maka termasuk kelas rendah.
2. Luas pemukiman rata-rata 40% - 60% termasuk kelas sedang.
3. Luas pemukiman rata-rata >60% termasuk tinggi.

Analisis komparasi digunakan dalam menentukan status mutu dari airtanah dangkal pada pemukiman di Kecamatan Gunungpati. Penentuan status mutu air dari sampel airtanah dangkal dilakukan melalui metode STORET berupa skoring terhadap parameter pencemar airtanah yang selanjutnya dijumlahkan sehingga diketahui status mutu dari sampel airtanah dangkal. Baku mutu konsentrasi suatu parameter pada air dari Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air tersaji pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Baku Mutu Air Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001

Parameter	Satuan	Kelas			
		I	II	III	IV
TSS	mg/L	50	50	400	400
pH		6-9	6-9	6-9	5-9
BOD	mg/L	2	3	6	12
COD	mg/L	10	25	50	100
Amonia	mg/L	0,5	(-)	(-)	(-)
Nitrit		0,06	0,06	0,06	(-)
Nitrat	mg/L	10	10	20	20

Sumber: Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (2001).

Dalam menentukan tingkat pencemaran pada air maka dilakukan skoring terhadap masing-masing parameter, nilai dari masing-masing parameter tersaji pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Penentuan sistem nilai untuk menentukan status mutu air

Jumlah Parameter	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
< 10	Maks	-1	-2	-3
	Min	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
≥ 10	Maks	-2	-4	-6
	Min	-2	-4	-6
	Rata-rata	-2	-12	-18

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (2003).

Jumlah negatif dari seluruh parameter dihitung dan ditentukan status mutunya dari jumlah skor yang didapat dengan menggunakan sistem nilai. Sedangkan klasifikasi status mutu air berdasarkan metode STORET dibedakan menjadi 4 kelas yang disajikan dalam Tabel 3. berikut:

**Tabel 3.** Klasifikasi Mutu Air Metode STORET

Kelas	Skor	Keterangan
A	0	Memenuhi baku mutu
B	-1 s/d -10	Cemar ringan
C	-11 s/d -30	Cemar sedang
D	≥ -31	Cemar berat

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (2003).

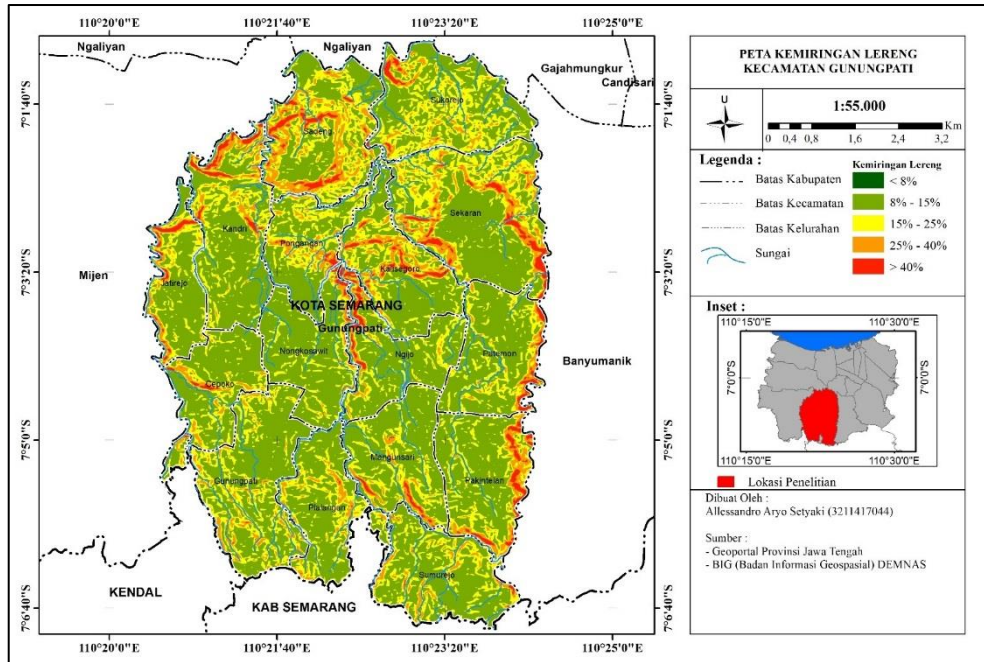
## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Lokasi Penelitian

Kecamatan Gunungpati adalah kecamatan yang berada di Kota Semarang bagian selatan yang berada pada ketinggian rata-rata 259 meter di atas permukaan laut dengan letak astronomis pada 7°1'22" Lintang Selatan - 7°6'50" Lintang Selatan serta 110°23'50" Bujur Timur - 110°27'15" Bujur Timur. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2021), luas wilayah

Kecamatan Gunungpati secara keseluruhan adalah 58,72 Km<sup>2</sup>. Jumlah penduduk Kecamatan Gunungpati adalah sebesar 98023 jiwa dengan kepadatan penduduk sebesar 1682 jiwa/km<sup>2</sup>. Kondisi kemiringan lereng pada Kecamatan Gunungpati dapat dikelompokkan

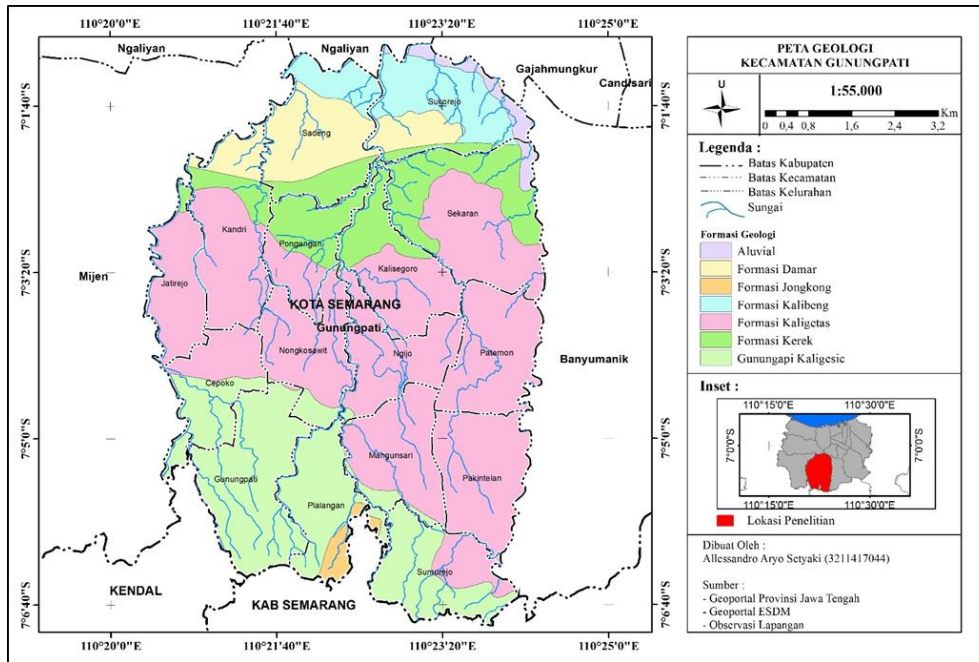
menjadi 6 kelas berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P. 32/MENHUT-II/2009. Berikut peta kemiringan lereng Kecamatan Gunungpati disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Gunungpati  
Sumber : Geoportal Provinsi Jawa Tengah & BIG (2022) (Diolah).

Kemiringan lereng di Kecamatan Gunungpati dapat dikelompokkan menjadi 5 kelas berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P. 32/MENHUT-II/2009. Berdasarkan kelas tersebut Kecamatan Gunungpati didominasi kemiringan lereng landai (8-15%) seluas 3730,70 Ha atau mencakup 62,69% dari total luas wilayah; kemudian kemiringan lereng bergelombang (15-25%) seluas 1448,86 Ha atau mencakup 24,35% dari total luas wilayah;

kemiringan lereng curam (25-40%) seluas 583,46 Ha atau mencakup 9,80% dari total luas wilayah; kemiringan lereng sangat curam (>40%) seluas 174,10 Ha atau mencakup 2,93% dari total luas wilayah; dan yang paling sempit adalah kemiringan lereng datar (< 8%) seluas 13,65 Ha atau 0,23% dari total luas wilayah.



**Gambar 2.** Peta Geologi Kecamatan Gunungpati  
 Sumber : Geoportal Provinsi Jawa Tengah, ESDM & BIG (2022) (Diolah).

**HASIL PENELITIAN**

**1. Kepadatan Permukiman Kecamatan Gunungpati**

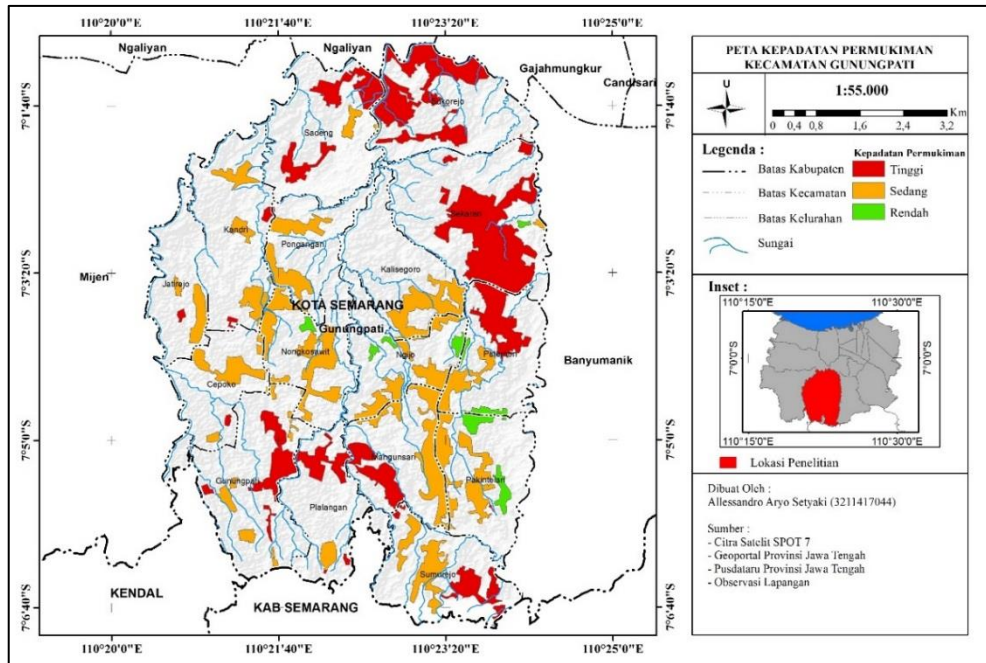
Berdasarkan hasil klasifikasi supervised pada Kecamatan Gunungpati dengan memanfaatkan citra satelit resolusi tinggi (CSRT) SPOT-7 PMS ORT dengan tanggal akuisisi 1 September 2021 dihasilkan total luas tutupan lahan permukiman pada Kecamatan Gunungpati adalah 1440,78 Ha atau 24,54% dari keseluruhan luas Kecamatan Gunungpati. Adapun kepadatan permukiman terbesar di Kecamatan Gunungpati terdapat pada permukiman dengan kepadatan sedang dengan luas permukiman 691,73 Ha atau 48,01% dari total keseluruhan luas permukiman, selanjutnya kepadatan permukiman dengan kepadatan tinggi menempati urutan kedua dengan luas permukiman 685,67 Ha atau 47,59% dari total keseluruhan luas permukiman, kepadatan permukiman terkecil berada pada permukiman

berkepadatan rendah dengan luas permukiman 63,38 Ha atau 4,40% dari total keseluruhan luas permukiman. Berikut peta kepadatan permukiman di Kecamatan Gunungpati (Gambar 4.)



**Gambar 3.** Permukiman dengan Kepadatan Tinggi di Kelurahan Sekaran

Sumber: Observasi Lapangan (2022).



**Gambar 4.** Peta Kepadatan Permukiman Kecamatan Gunungpati

Sumber : Citra Satelit SPOT-7, Geoportal Provinsi Jawa Tengah, Pusdataru Provinsi Jawa Tengah & Observasi Lapangan (2022) (Diolah).

Semakin tingginya kepadatan permukiman akan meningkatkan jumlah *greywater* yang dihasilkan. Adapun permukiman di Kecamatan Gunungpati berkembang pada daerah pedesaan yang pada awalnya merupakan lahan pertanian, karena semakin meningkatnya kebutuhan lahan sebagai permukiman pada akhirnya banyak lahan pertanian beralih fungsi menjadi lahan permukiman yang semakin meningkat seiring berjalannya waktu. Menurut (Kohli *dkk.*, 2012) lahan pertanian yang berkembang menjadi permukiman akan menimbulkan berkembangnya permukiman yang tidak terencana dan umumnya berkembang menjadi permukiman menjadi permukiman dengan kepadatan yang tinggi serta berkembang secara tidak beraturan. Tidak terencananya suatu permukiman menyebabkan berkembangnya

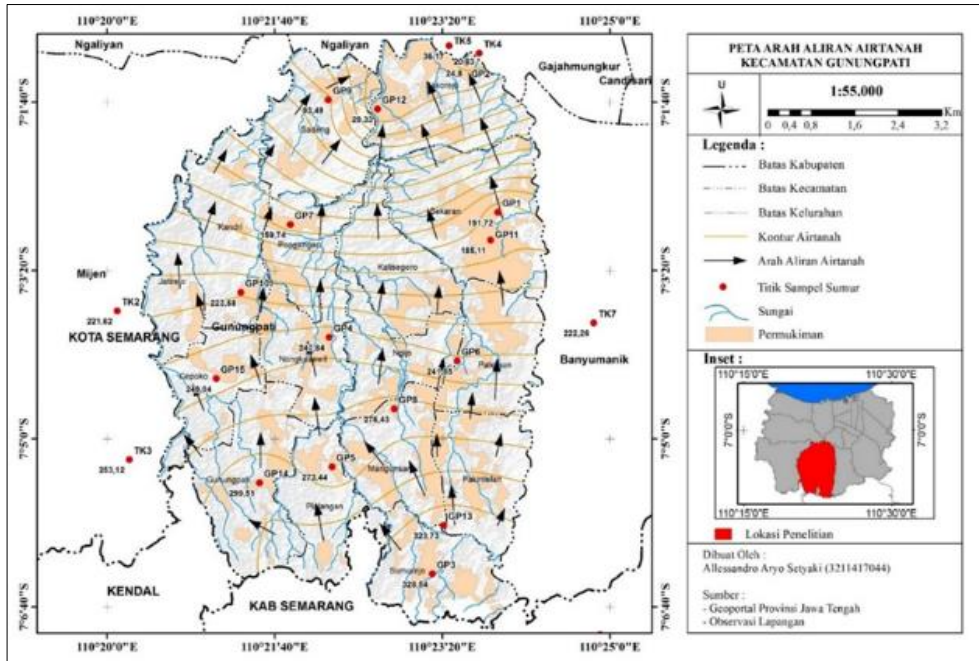
permukiman dengan sarana dan prasarana yang tidak memadai dalam pengelolaan *greywater*.

## 2. Sebaran Spasial *Greywater* pada Airtanah Dangkal di Permukiman Kecamatan Gunungpati

Berikut identifikasi sebaran spasial *greywater* pada airtanah dangkal di Kecamatan Gunungpati:

### a. Arah aliran airtanah

Jumlah Pola aliran airtanah pada Kecamatan Gunungpati memiliki kecenderungan bergerak ke arah utara yang mana mengikuti elevasi dari topografi Kecamatan Gunungpati yang semakin rendah ke arah utara. Peta arah aliran airtanah Kecamatan Gunungpati dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Peta Arah Aliran Airtanah Kecamatan Gunungpati  
 Sumber : Geoportal Provinsi Jawa Tengah & Observasi Lapangan (2022) (Diolah).

b. Hasil Uji Laboratorium Mengenai Kualitas Airtanah

1. TSS

Konsentrasi TSS pada seluruh titik sampel airtanah dangkal pada Kecamatan Gunungpati memiliki kadar yang kecil dan tidak ada yang melebihi 50 mg/L, yaitu berkisar antara 1-4 mg/L dengan konsentrasi tertinggi terdapat pada titik sampel GP1 dan GP3 yaitu sebesar 4 mg/L.

2. pH

Terdapat 2 titik sampel airtanah dangkal di Kecamatan Gunungpati yang tidak memenuhi baku mutu yaitu pada titik sampel GP1 dan GP 11 keduanya berada pada Kelurahan Sekaran.

3. BOD

Sebagian besar titik sampel airtanah dangkal pada Kecamatan Gunungpati memiliki Konsentrasi BOD yang tidak memenuhi baku mutu yaitu berkisar antara

2,5-18 mg/L yaitu pada titik sampel GP2, GP6, GP7, GP10, GP12, GP14 dan GP15 dengan konsentrasi tertinggi terdapat pada titik sampel GP14 yaitu sebesar 18 mg/L.

4. COD

Terdapat 3 (tiga) titik sampel airtanah dangkal pada Kecamatan Gunungpati memiliki konsentrasi COD yang tidak memenuhi baku mutu yaitu berkisar antara 12-40 mg/L yaitu pada titik sampel GP10, GP12 dan GP14 dengan konsentrasi tertinggi terdapat pada titik sampel GP14 yaitu sebesar 40 mg/L.

5. Amonia

Terdapat 1 (satu) titik sampel airtanah dangkal pada Kecamatan Gunungpati memiliki konsentrasi amonia yang tidak memenuhi baku mutu yaitu pada titik sampel GP7 yaitu sebesar 0,767 mg/L.



## 6. Nitrit

Terdapat 2 (satu) titik sampel air tanah dangkal pada Kecamatan Gunungpati memiliki konsentrasi amonia yang tidak memenuhi baku mutu yaitu pada titik sampel GP3 sebesar 0,085 mg/L dan GP7 sebesar 0,767 mg/L.

## 7. Nitrat

Terdapat 1 (satu) titik sampel air tanah dangkal pada Kecamatan Gunungpati memiliki konsentrasi nitrat yang tidak memenuhi baku mutu yaitu pada titik sampel GP14 dengan konsentrasi tertinggi terdapat pada titik sampel GP11 yaitu sebesar 11,85 mg/L.

**Tabel 4.** Konsentrasi Parameter Fisika dan Kimia Anorganik

Titik	Parameter						
	TSS (mg/L)	pH	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	Amonia (mg/L)	Nitrit (mg/L)	Nitrat (mg/L)
GP1	4	5,68*	2	6	0,04	0	9,68
GP2	1	7,26	3*	9	0,034	0	2,18
GP3	4	7,32	1,7	3	0,36	0,085*	3,88
GP4	1	7,7	1,6	3	0,04	0,009	0,48
GP5	2	6,4	1	3	0,205	0,046	4,95
GP6	3	6,6	3,9*	9,5	0,058	0	2
GP7	1	8,02	2,5*	6	0,767*	0,208*	0,5
GP8	1	7,57	1,6	3	0,08	0,019	4,66
GP9	2	7,15	1	3	0,401	0	1,88
GP10	1	6,57	3,8*	12*	0,048	0	6,18
GP11	1	5,97*	1,5	3	0	0,019	11,85*
GP12	2	7,21	6,8*	18*	0,289	0,005	0,54
GP13	2	7,61	1,7	6	0,074	0	1,58
GP14	1	7,23	18*	40*	0	0,015	3,3
GP15	1	7,78	3,5	9	0,05	0	0,48

Catatan: \*Tidak memenuhi baku mutu

Sumber : Uji Laboratorium (2022).

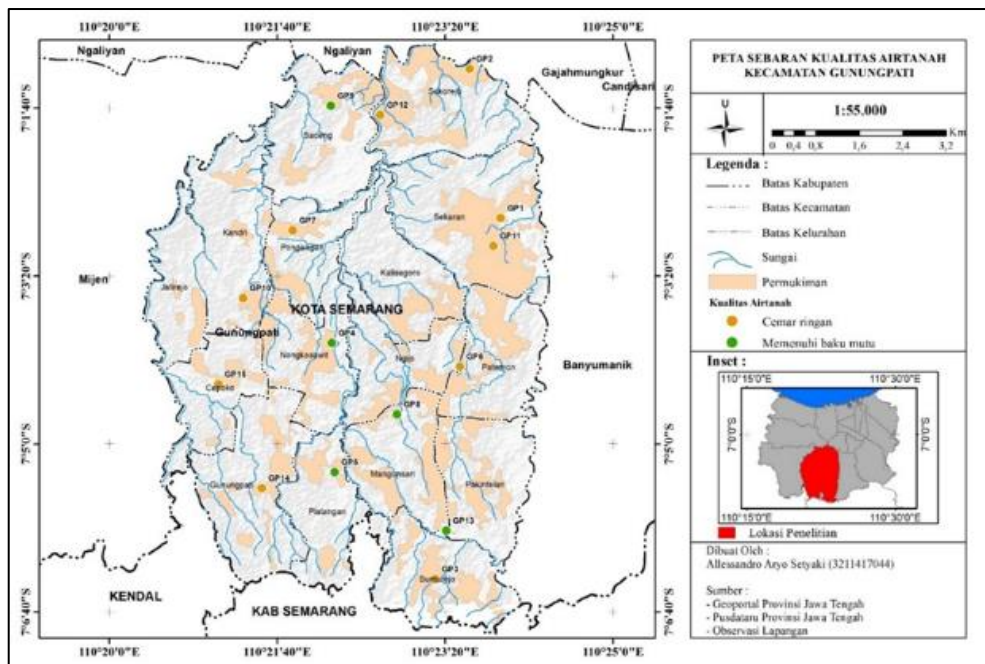
c. Dampak *Greywater* terhadap Kualitas Airtanah

Berdasarkan metode STORET diketahui terdapat 10 (sepuluh) atau sebagian besar dari sampel airtanah dangkal pada Kecamatan Gunungpati berstatus cemar ringan yang berarti tidak layak konsumsi, kesepuluh sampel airtanah tersebut berada pada sampel airtanah dangkal pada titik sampel GP1, GP2, GP3, GP6, GP7, GP10, GP11, GP12, GP14 serta GP15. Sedangkan sampel airtanah yang berstatus memenuhi baku mutu yang berarti layak konsumsi hanya berjumlah 5 (lima) atau sebagian kecil dari sampel airtanah dangkal, kelima sampel airtanah dangkal tersebut berada pada sampel airtanah dangkal dengan titik sampel GP4, GP5, GP8, GP9 serta GP13.

**Tabel 5.** Klasifikasi Status Mutu Airtanah Dangkal

No.	Titik	Kelurahan	Keterangan
1	GP1	Sekaran	Cemar ringan
2	GP2	Sukorejo	Cemar ringan
3	GP3	Sumurejo	Cemar ringan
4	GP4	Nongkosawit	Memenuhi baku mutu
5	GP5	Plalangan	Memenuhi baku mutu
6	GP6	Patemon	Cemar ringan
7	GP7	Pongangan	Cemar ringan
8	GP8	Mangunsari	Memenuhi baku mutu
9	GP9	Sadeng	Memenuhi baku mutu
10	GP10	Kandri	Cemar ringan
11	GP11	Sekaran	Cemar ringan
12	GP12	Sukorejo	Cemar ringan
13	GP13	Mangunsari	Memenuhi baku mutu
14	GP14	Gunungpati	Cemar ringan
15	GP15	Cepoko	Cemar ringan

Sumber : Uji Laboratorium (2022).



**Gambar 6.** Peta Sebaran Spasial Kualitas Airtanah Kecamatan Gunungpati

Sumber : Geoportel Provinsi Jawa Tengah, Pusdatan Provinsi Jawa Tengah & Observasi Lapangan (2022) (Diolah).

## PEMBAHASAN

### 1. Kepadatan Permukiman Kecamatan

#### Gunungpati

Berdasarkan hasil analisis citra satelit SPOT-7 PMS ORT dengan tanggal akuisisi 1 September 2021 yang diperoleh dari LAPAN dengan teknik klasifikasi *supervised* didapatkan permukiman pada Kecamatan Gunungpati didominasi oleh kepadatan sedang hingga tinggi dan sebagian besar permukiman tersebut dibangun pada kemiringan lereng antara 8-15% (72,49% dari total keseluruhan luas permukiman). Terdapat pula permukiman yang berada pada kemiringan lereng >15% yang didominasi oleh permukiman dengan kepadatan rendah. Keberadaan permukiman dengan kepadatan sedang hingga tinggi pada kemiringan lereng yang relatif landai memiliki dampak negatif terhadap pencemaran airtanah. Menurut (Burri *dkk.*, 2019) lereng yang relatif landai cenderung mengalami penurunan limpasan permukaan serta mengalami peningkatan infiltrasi, sedangkan lereng yang lebih curam cenderung meningkatkan limpasan permukaan serta mengurangi waktu tinggal air di tanah. Permukiman di Kecamatan Gunungpati berkembang pada daerah pedesaan dan pada umumnya berkembang secara tidak terencana. Pengelolaan *greywater* pada permukiman di daerah pedesaan yang berkembang secara tidak terencana umumnya dikelola dengan buruk dengan kurangnya layanan sanitasi dan sarana dan prasarana pengelolaan limbah yang tidak memadai (Han *dkk.*, 2018). Dengan meningkatnya kepadatan permukiman di Kecamatan Gunungpati yang didominasi pada daerah pedesaan tersebut

maka akan memperparah pencemaran airtanah dangkal yang terjadi.

### 2. Sebaran Spasial *Greywater* pada Airtanah Dangkal di Permukiman Kecamatan Gunungpati

Hasil uji laboratorium terhadap airtanah dangkal yang telah diperoleh menunjukkan bahwa sebagian besar airtanah dangkal di Kecamatan Gunungpati telah terindikasi cemar ringan yaitu pada 10 sampel airtanah dangkal pada titik sampel GP1, GP2, GP3, GP6, GP7, GP10, GP11, GP12, GP14 serta GP15. Sedangkan sampel airtanah yang berstatus memenuhi baku mutu yang berarti layak konsumsi hanya berjumlah 5 (lima) atau sebagian kecil dari sampel airtanah dangkal, kelima sampel airtanah dangkal tersebut berada pada titik sampel airtanah dangkal GP4, GP5, GP8, GP9 serta GP13.

Pencemaran airtanah dangkal pada Kecamatan Gunungpati dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor fisik diantaranya arah aliran airtanah, kemiringan lereng dan geologi. Kemiringan lereng yang datar hingga landai memberikan peluang terjadinya genangan dalam waktu yang lama sehingga akan memberikan peluang terjadinya rembesan oleh kontaminan pada airtanah dangkal, sedangkan pada kondisi kemiringan yang semakin bergelombang hingga sangat curam maka akan meningkatkan limpasan air pada permukaan tanah sehingga mengurangi terjadinya genangan dan mengurangi proses peresapan air maupun kontaminan pada airtanah dangkal (Febriarta & Shofarini, 2021).

Pergerakan kontaminan pada airtanah dangkal juga dipengaruhi oleh arah aliran airtanah, pada umumnya kontaminan bergerak

searah dengan arah aliran airtanah dangkal dengan kecepatan yang sedikit lebih rendah daripada kecepatan airtanah dangkal (Aller *dkk.*, 1985). Hal ini akan memperparah pencemaran airtanah apabila letak sumur gali berada sejajar dengan letak saluran drainase yang mengalami kebocoran seperti pada titik sampel GP1, GP6, GP7, GP11, GP14 pada titik sampel tersebut pencemaran airtanah diduga berasal dari kebocoran saluran drainase sehingga kontaminan merembes masuk ke dalam tanah dan menyebar kedalam airtanah searah dengan arah aliran airtanah.

Geologi berperan sebagai kontrol utama dalam cepatnya kontaminan masuk ke dalam airtanah, semakin besar ukuran butir dan semakin banyak rekahan atau bukaan pada batuan serta semakin tinggi permeabilitas maka semakin besar dan cepat potensi pencemarannya (Aller *dkk.*, 1985). Formasi geologi di Kecamatan Gunungpati didominasi oleh formasi kaligetas yang tersusun atas batu lempung serta batu pasir yang memiliki permeabilitas tinggi sehingga memungkinkan merembesnya *greywater* dari tanah maupun saluran drainase yang mengalami kebocoran. Formasi kerek yang tersusun atas lapisan berulang gamping serta lempung yang tipis sehingga memungkinkan terbentuknya rekahan pada batuan di formasi kerek apabila disertai pengelolaan *greywater* yang buruk maka akan memungkinkan terjadinya pencemaran *greywater* pada airtanah. Karena cepatnya kontaminan merembes dalam airtanah dangkal pada formasi geologi kaligetas dan kerek menyebabkan *greywater* yang masih baru dengan cepat masuk ke dalam airtanah sehingga memicu masuknya senyawa nitrogen (amonia, nitrit dan nitrat) dari saluran drainase

dalam airtanah yang terjadi pada titik sampel sumur GP1, GP4, GP7 dan GP11.

## PENUTUP

### Simpulan

1. Kepadatan permukiman di Kecamatan Gunungpati didominasi oleh Kepadatan permukiman sedang hingga tinggi dengan kepadatan sedang yaitu seluas 691,73 Ha atau 48,01% dari seluruh luas permukiman di Kecamatan Gunungpati, kepadatan permukiman tinggi dengan luasan terbesar kedua adalah kepadatan permukiman tinggi yaitu seluas 685,67 Ha atau 47,59 dari seluruh luas permukiman di Kecamatan Gunungpati, kepadatan permukiman rendah/jarang memiliki luasan terkecil yaitu seluas 64,48 Ha atau 4,40% dari seluruh luas permukiman. Permukiman dengan kepadatan sedang hingga tinggi berkembang pada kemiringan lereng landai dengan kemiringan lereng 8-15%, sedangkan permukiman dengan kepadatan rendah/jarang berkembang pada kemiringan lereng >15%.
2. Sebagian besar sampel airtanah dangkal pada Kecamatan Gunungpati yang berjumlah 15 sampel, 10 diantaranya berstatus cemar ringan dan 5 diantaranya berstatus memenuhi baku mutu. Sampel yang berstatus cemar ringan berada pada titik sampel GP1, GP2, GP3, GP6, GP7, GP10, GP11, GP12, GP14 serta GP15. Sedangkan sampel yang memenuhi baku mutu berada pada titik sampel GP4, GP5, GP8, GP9 serta GP13. Adapun parameter yang mendominasi pada pencemaran airtanah tersebut yaitu parameter BOD, dari 10 parameter yang berstatus cemar ringan 7

diantaranya memiliki konsentrasi parameter BOD yang tidak sesuai baku mutu.

#### Saran

1. Kepada Masyarakat : a) Turut berperan aktif dalam kegiatan penyuluhan maupun pengelolaan sampah baik secara mandiri maupun kelompok di lingkungannya, b) perlu memahami teknik pengelolaan sampah yang baik, terutama konsep 3R.
2. Kepada Pemerintah : a) Melakukan pendampingan kepada masyarakat secara rutin mengenai teknik pengelolaan sampah yang baik dan benar, b) Memberikan fasilitas yang memadai untuk mendukung keberlanjutan pengelolaan sampah di masyarakat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aller, L., Bennett, T., Lehr, J.H. & Petty, R.J. 1985. *DRASTIC: A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeologic Settings*. Ada, Oklahoma: Robert S. Kerr Environmental Research Laboratory Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency.
- Badan Informasi Geospasial 2014. *Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 3 Tahun 2014*.
- Badan Pusat Statistik 2021. *Kecamatan Sukorejo Dalam Angka Tahun 2021*. Badan Pusat Statistik.
- BPS 2011. *Kota Semarang dalam Angka 2011*. Kota Semarang: BPS Kota Semarang.
- BPS 2021a. *Kecamatan Gunungpati dalam Angka 2021*. Kota Semarang: BPS Kota Semarang.
- BPS 2021b. *Kota Semarang dalam Angka 2021*. Kota Semarang: BPS Kota Semarang.
- Burri, N.M., Weatherl, R., Moeck, C. & Schirmer, M. 2019. A Review of Threats to Groundwater Quality in The Anthropocene. *Science of the Total Environment*, 684: 136–154.
- Farizki, M. & Anurogo, W. 2017. Pemetaan Kualitas Permukiman dengan Menggunakan Penginderaan Jauh dan SIG di Kecamatan Batam Kota, Batam. *Majalah Geografi Indonesia*, 31(1): 39.
- Ghaitidak, D.M. & Yadav, K.D. 2013. Characteristics and Treatment of Greywater-A Review. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(5): 2795–2809.
- Han, Z., Liu, Y., Zhong, M., Shi, G., Li, Q., Zeng, D., Zhang, Y., Fei, Y. & Xie, Y. 2018. Influencing Factors of Domestic Waste Characteristics in Rural Areas of Developing Countries. *Waste Management*, 72: 45–54. Tersedia di <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.039>.
- Hasibuan, R. 2016. Analisis Dampak Limbah/Sampah Rumah Tangga Terhadap Pencemaran Lingkungan Hidup. *Jurnal Ilmiah "Advokasi"*, 04(01): 42–52.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup 2003. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003*.
- Kohli, D., Sliuzas, R., Kerle, N. & Stein, A. 2012. An Ontology of Slums for Image-Based Classification. *Computers, Environment and Urban Systems*, 36(2): 154–163.
- Pahleviannur, M.R. 2019. Pemanfaatan Informasi Geospasial Melalui Interpretasi Citra Digital Penginderaan Jauh untuk Monitoring Perubahan Penggunaan Lahan. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Geografi*, 4(2): 18–26.
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia 2009. *Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor : P.*

32/MENHUT-II/2009.

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.*
- Prasetyo, W.T. & Rahayu, S. 2013. Kajian Kualitas Permukiman dengan Citra Quickbird dan SIG di Kecamatan Serengan Kota Surakarta. *Teknik Perencanaan Wilayah Kota*, 2(2): 293–302.
- Pribadi, R.N., Zaman, B. & Purwono 2016. Pengaruh Luas Penutupan Kiambang (*Salvinia Molesta*) Terhadap Penurunan COD, Amonia, Nitrit, Dan Nitrat Pada Limbah Cair Domestik (Grey Water) Dengan Sistem Kontinyu. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(4): 1–10.
- Putra, D.R. & Pradoto, W. 2016. Pola Dan Faktor Perkembangan Pemanfaatan Lahan Di Kecamatan Mranggen, Kabupaten Demak. *Jurnal Pengembangan Kota*, 4(1): 67.
- Sudaryanto & Wibawa, S. 2013. Sejarah Perkembangan Kota Semarang (Jawa Tengah) di Masa Lalu dan Dampak Kehadiran Polutan Nitrat Pada Airtanah di Masa Kini. *Riset Geologi dan Pertambangan*, 23(1): 25–36.
- Suharyadi & Hardoyo, S.R. 2016. Perubahan Penggunaan Lahan dan Faktor yang Mempengaruhinya di Kecamatan Gunungpati Kota Semarang. *Majalah Geografi Indonesia*, 25(1): 25–40.
- Wulandari, L.K. 2019. Filtrasi Limbah Domestik Blackwater dengan Menggunakan Pasir Cor pada IPAL Tlogomas. *Prosiding SEMSINA*, 61–66.
- Zuidam, R.A. Van 1983. *Guide to Geomorphology Aerial Photographic Interpretation and Mapping*. Enschede: ITC.