



DAYA DUKUNG PERMUKIMAN DAN KESESUAIAN POLA RUANG KAWASAN PERMUKIMAN DI KECAMATAN GUNUNGPATI KOTA SEMARANG

SETTLEMENT CARRYING CAPACITY AND THE SUITABILITY OF THE SPACE PATTERN FOR SETTLEMENT AREAS IN GUNUNGPATI SUB-DISTRICT, SEMARANG CITY

Adhe Dodit Hermawan^{a*}, Iwan Rudiarto^b

^a Magister Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Diponegoro; Semarang

^b Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Diponegoro; Semarang

*Korespondensi: bi68ox@gmail.com

Info Artikel:

- Artikel Masuk: 26 Juni 2019
- Artikel diterima: 30 Desember 2019
- Tersedia Online: 31 Maret 2023

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan ruang akibat bertambahnya jumlah penduduk secara perlahan tetapi pasti akan mengubah pola ruang di suatu wilayah. Banyak kawasan permukiman baru yang terbangun di daerah pinggiran kota karena harga lahan yang relatif lebih murah meskipun sebenarnya daerah tersebut kurang sesuai untuk dikembangkan sebagai kawasan permukiman. Secara umum wilayah Kecamatan Gunungpati merupakan lahan kebun/tegalan yang berperan sebagai daerah resapan dan topografinya adalah wilayah perbukitan dengan kelerengan yang beragam. Pembangunan perumahan dan kawasan permukiman yang cukup intens di wilayah tersebut dikhawatirkan akan mengancam keseimbangan lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji dan mengetahui tingkat daya dukung kawasan permukiman di Kecamatan Gunungpati serta kesesuaian kawasan permukiman tersebut terhadap arahan pola ruang kawasan permukiman di Kota Semarang. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Teknik pengumpulan data sekunder dilakukan dengan mengkaji/menelaah dokumen-dokumen dari instansi terkait, sedangkan data primer diperoleh melalui observasi langsung pada lokasi di wilayah studi. Analisis data dilakukan melalui analisis spasial dengan menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum tingkat daya dukung permukiman di Kecamatan Gunungpati tergolong cukup baik dan hanya ada satu kelurahan yang wilayahnya kurang mendukung kegiatan permukiman. Arahan pemanfaatan ruang di Kecamatan Gunungpati yang mengacu pada RTRW Kota Semarang Tahun 2011–2031 didominasi peruntukannya untuk kawasan budidaya dan 48,7 % dari luas kawasan budidaya tersebut diarahkan untuk penggunaan lahan kawasan permukiman. Dari total luas kawasan permukiman di Kecamatan Gunungpati pada tahun 2018, sebanyak 89,91 Ha diantaranya tidak lagi mendukung untuk dikembangkan sebagai kawasan permukiman. Ditinjau dari aspek kesesuaian terhadap rencana pola ruang kawasan permukiman, pemanfaatan lahan kawasan permukiman eksisting di Kecamatan Gunungpati memiliki tingkat kesesuaian yang cukup beragam.

Kata Kunci: Kawasan Permukiman, Daya Dukung Permukiman, Kesesuaian Lahan

ABSTRACT

Increased space requirements due to increasing population are slowly but surely will change the pattern of space in a region. Many new residential areas are built in suburban areas because the land prices are relatively cheaper even though the area is actually not suitable to be developed as a residential area. In general, the Gunungpati Subdistrict area is a garden/moor land which acts as a catchment area and the topography is a hilly area with diverse slopes. The construction of housing and residential areas that are quite intense in the region is feared to threaten the environmental balance. The purpose of this research is to examine and determine the level of carrying capacity of residential areas in Gunungpati Subdistrict and the suitability of the residential area to the direction of residential area pattern in Semarang City. This research uses a quantitative approach. Secondary data collection techniques are carried out by examining/analyzing documents from relevant agencies, while primary data is obtained through direct observation of locations in the study area. Data analysis was carried out through spatial analysis using Geographic Information Systems and Remote Sensing application. The results show that in general the level of carrying capacity of settlements in Gunungpati District is quite good and there is only one village whose area is less supportive of settlement activities. The direction of space utilization in Gunungpati Subdistrict which refers to the Urban Land Use Plan of Semarang City in 2011-2031 is dominated by its designation for cultivation areas and 48.7% of the total area of cultivation is directed to residential areas. Approximately 89.91 Ha of the total residential area in Gunungpati Subdistrict in 2018 are no longer supporting to be developed as residential areas. Judging from the aspect of conformity with the planned residential area pattern, the existing land use of residential areas in Gunungpati Subdistrict has a quite varying degree of conformity.

Keyword: Settlement Area, Carrying Capacity of Settlements, Land Suitability

Copyright © 2023 GJGP-UNDIP

This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY-NC-SA) 4.0 International license.

1. PENDAHULUAN

Kota Semarang merupakan salah satu kota dengan tingkat pertumbuhan jumlah penduduk yang cukup tinggi, selama 10 tahun terakhir jumlah penduduk bertambah sebesar 74.344 jiwa dengan laju pertumbuhan sekitar 5,02%. Angka tersebut sedikit lebih tinggi dari laju pertumbuhan penduduk di Provinsi Jawa Tengah yang sebesar 5% (BPS Kota Semarang, 2008 s.d. 2018; BPS Provinsi Jawa Tengah, 2008 s.d. 2018). Peningkatan jumlah penduduk tersebut mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan ruang untuk bermukim di Kota Semarang. Bahkan di beberapa tempat terutama di wilayah pesisir Kota Semarang, bencana rob dan banjir merupakan pemandangan sehari-hari yang sering dijumpai sebagai akibat dari naiknya permukaan air laut atau *sea level rise* di satu sisi dan di sisi lainnya karena adanya penurunan permukaan tanah atau yang dikenal dengan *land subsidence* (Hamdani et al., 2020)

Meningkatnya kebutuhan ruang dapat mengubah pola ruang di suatu wilayah, meskipun daya dukung lahan yang sebenarnya kurang sesuai untuk kawasan permukiman, namun karena ‘desakan’ kebutuhan ruang untuk permukiman, menjadikan lahan untuk bermukim ini menysasar ke daerah pinggiran yang masih tersedia banyak lahan kosong dengan harga lahan yang lebih murah. Pertumbuhan perumahan dan kawasan permukiman baru di luar kawasan perkotaan dikhawatirkan akan menyebabkan kerusakan keseimbangan lingkungan karena pada umumnya wilayah tersebut merupakan lahan kebun/tegalan yang dapat berperan sebagai daerah resapan serta topografinya adalah wilayah perbukitan. Sementara menurut (Widodo et al, 2015), perencanaan pengembangan perumahan dan kawasan permukiman harus mempertimbangkan aspek konservasi lingkungan sebagai salah satu wujud kepedulian, etika, serta rasa tanggung jawab terhadap lingkungan.

Bencana tanah longsor pada kawasan permukiman di Kecamatan Gunungpati seperti terlihat pada Gambar 1 telah beberapa kali terjadi dan menyebabkan kerugian materiil dan imateriil bagi para penduduk perumahan dan warga di sekitarnya. Menurut Muta’ali (2014), bencana tanah longsor yang terjadi di bagian atas/hulu karena terjadi penggundulan hutan yang dialihfungsikan untuk perumahan. Pendapat lain dari Soedjoko (2008), vegetasi juga sangat berpengaruh pada kestabilan lereng dan hidrologi lereng. Dari kondisi tersebut, perlu dikaji lebih dalam apakah pembangunan perumahan di Kecamatan Gunungpati tersebut berada di wilayah yang mendukung pengembangan perumahan dan kawasan permukiman, serta dari sisi legalitasnya telah sesuai untuk dikembangkan sebagai kawasan permukiman atau justru sebaliknya. Oleh karena itu, untuk meminimalisir potensi terjadinya peristiwa bencana tanah longsor pada perumahan dan kawasan permukiman serta mencegah timbulnya korban jiwa serta berbagai kerugian lainnya di masa depan, diperlukan suatu penelitian yang mampu mengkaji dan mengetahui tingkat daya dukung permukiman di Kecamatan Gunungpati serta kesesuaiannya terhadap arahan rencana pola ruang untuk kawasan permukiman di Kota Semarang.



Keterangan:

- (a) Kejadian tanah longsor di Perumahan Trangkil Sejahtera pada tahun 2014 (Tribunnews.com)
- (b) Kejadian tanah longsor di Kampung Kalialang Baru pada Februari 2018 (detikcom)
- (c) Kejadian tanah longsor di Kampung Deliksari pada Februari 2019 (bpbd.semarangkota.go.id)

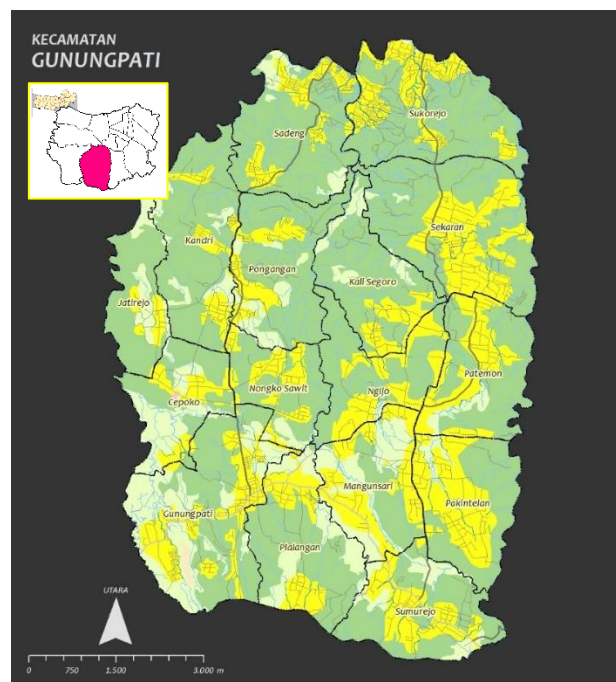
Gambar 1. Bencana Tanah Longsor pada Kawasan Permukiman di Kecamatan Gunungpati

Dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kuncoro (2003) tentang perumahan di kawasan rawan bencana tanah longsor di Kota Semarang, menunjukkan bahwa secara legalitas pembangunan perumahan di kawasan rawan bencana tanah longsor tersebut diperbolehkan dalam Rencana Induk Kota Semarang dan Pemerintah Kota tidak memiliki alasan yang sah untuk tidak memberi ijin, walaupun mereka mengetahui bahwa kawasan tersebut termasuk kawasan rawan bencana. Ditinjau dari segi teknis, berdasar evaluasi geoteknik kelongsoran lereng di Kecamatan Gunungpati yang dilakukan oleh Hanggoro dkk (2015) ditemukan fakta bahwa lahan pada lokasi kejadian bencana longsor tersebut merupakan tanah timbunan yang berupa tanah lanau kelempungan lunak diatas lereng yang beresiko mengalami gerakan tanah jika dalam kondisi jenuh air. Sedangkan dalam penelitian lainnya yang berkaitan dengan daya dukung dan daya tampung lahan di Kota Cimahi oleh Fansuri (2017) diperoleh kriteria dan wilayah potensial tertentu yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan perumahan. Merujuk kepada pentingnya penelitian tentang daya dukung kawasan permukiman, maka artikel ini bertujuan untuk mengkaji dan mengetahui tingkat daya dukung kawasan permukiman di Kecamatan Gunungpati serta kesesuaian kawasan permukiman tersebut terhadap arahan pola ruang kawasan permukiman di Kota Semarang.

2. DATA DAN METODE

2.1 Wilayah Studi

Wilayah studi dari penelitian ini adalah Kecamatan Gunungpati dengan luas $\pm 54,11 \text{ Km}^2$, merupakan wilayah kecamatan terluas di Kota Semarang yang terbagi menjadi 16 kelurahan. Wilayahnya merupakan bagian dari kaki Gunung Ungaran, terdiri dari dataran dan perbukitan dengan tingkat keterlerangan yang beragam. Kecamatan Gunungpati berada pada ketinggian 259 meter di atas permukaan laut, suhu rata-rata antara 23 - 33°C dan curah hujan antara 200 - 2500 mm/tahun.



Sumber: Penyusun, 2019 diolah dari data Bappeda, 2011

Gambar 2. Wilayah Studi Penelitian

Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Semarang Tahun 2011-2031, ditetapkan rencana pola ruang Kota Semarang yang terdiri atas kawasan lindung dan kawasan budidaya. Kawasan lindung tercatat hanya sekitar 19% yang terdiri dari rencana tata guna lahan embung dan konservasi, sedangkan kawasan budidaya sangat mendominasi dengan luas mencapai 81% yang terdiri dari perdagangan dan jasa, transportasi, pertanian, pendidikan, taman, olahraga-rekreasi, fasilitas umum, serta campuran perumahan, perdagangan dan jasa. Sementara itu, jika ditinjau lebih mendalam, dari luas kawasan budidaya sebesar 4.858,64 Ha, 48,7% diantaranya tergolong ke dalam kawasan permukiman, sementara sisanya bukan merupakan lahan permukiman (Gambar 2).

2.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian kuantitatif perlu dijelaskan dan ditetapkan dalam tahap awal rancangan penelitian untuk mempermudah proses penyusunan laporan penelitian dan membuat jalannya kegiatan penelitian menjadi lebih terarah. Data yang digunakan dalam penelitian ini cukup beragam baik dari sisi bentuk (dokumen, peta, foto) data maupun jenisnya (data primer dan data sekunder) yang di dapat dari berbagai sumber yang dapat dipertanggungjawabkan keabsahannya (lihat Tabel 1).

Tabel 1. Data Penelitian

No	Sasaran	Data	Jenis Data	Tahun	Sumber
1	Analisis Daya Dukung Lahan Kawasan Permukiman	Jumlah penduduk	Sekunder	2017	BPS
		Batas wilayah administratif Kecamatan Gunungpati	Sekunder	2011	Bappeda
		Luas wilayah kawasan lindung	Sekunder	2011	Bappeda
		Luas wilayah kawasan rawan bencana	Sekunder	2011	Bappeda/BPBD
2	Idenfitikasi Perkembangan Pembangunan Kawasan Permukiman tahun 2001, 2009, 2018	Citra Satelit Landsat	Sekunder	2001	USGS
		Citra Satelit Landsat	Sekunder	2009	USGS
		Citra Satelit Landsat	Sekunder	2018	USGS
		Kondisi Permukiman di Kecamatan Gunungpati	Primer	2018 2019	Observasi Lapangan
3	Analisis Deskriptif Arahan Rencana Pola Ruang RTRW Kota Semarang	Rencana Pola Ruang Kawasan Budidaya (Permukiman)	Sekunder	2011	Bappeda/Dinas Penataan Ruang
		Rencana Pola Ruang Kawasan Lindung	Sekunder	2011	Bappeda/Dinas Penataan Ruang

Sumber: Penyusun, 2019

2.3 Metode/Teknik Analisis

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang didukung oleh aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Penginderaan Jauh, dimana kegiatan serta pelaksanaannya dilakukan berdasarkan suatu permasalahan yang ada di wilayah studi. Sesuai dengan *National Research Council (2003)* yang menjelaskan bahwa SIG dapat digunakan untuk berbagai keperluan diantaranya adalah untuk menganalisis masalah perkotaan dan mengidentifikasi perumahan yang ada di suatu wilayah. Permasalahan tersebut menjadi bahan kajian dan dianalisis lebih mendalam berdasarkan hipotesis dari berbagai konsep teori dan penelitian relevan yang telah dilakukan sebelumnya. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan observasi lapangan dan survey instansi untuk mendapatkan data-data sekunder.

Analisis Daya Dukung Permukiman

Daya dukung wilayah untuk permukiman adalah kemampuan suatu wilayah dalam menyediakan lahan permukiman guna menampung jumlah penduduk tertentu untuk bertempat tinggal secara layak (Muta'ali, 2015). Tsou et al., (2017) menjelaskan bahwa daya dukung lahan menjadi konstrain penting dalam proses pengembangan kota. Selain itu, menurut Shi (2018), laju pertumbuhan penduduk yang tinggi akan melampaui batas ketersediaan dari sumber daya serta daya dukung lingkungannya. Pada wilayah dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi, daya dukung lahan menjadi batasan penting

dalam rencana pembangunan kota. Penentuan tingkat daya dukung permukiman didapat melalui formulasi daya dukung permukiman berikut (Muta'ali, 2015):

$$DDPm = \frac{LPm/JP}{\alpha} \quad (1)$$

Keterangan:

DDPm : Daya dukung permukiman

LPm : Luas lahan yang layak untuk permukiman (m²), dapat menggunakan beberapa batasan diantaranya adalah lahan yang tidak termasuk ke dalam Kawasan Lindung dan Kawasan Rawan Bencana

JP : Jumlah penduduk

α : Koefisien luas kebutuhan ruang/kapita (26 m²/kapita)

Berdasarkan formulasi tersebut, dapat diberikan batasan tentang kelayakan daya dukung lahan untuk kawasan permukiman, yaitu:

- DDP > 1 : Mampu menampung penduduk untuk bermukim
- DDP = 1 : Terjadi keseimbangan antara penduduk yang bermukim (membangun rumah) dengan luas wilayah
- DDP < 1 : Tidak mampu menampung penduduk untuk bermukim (membangun rumah) dalam wilayah tersebut

Salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam merumuskan daya dukung permukiman dengan formula tersebut di atas adalah aspek lahan yang layak untuk permukiman, yaitu luas lahan dari seluruh wilayah dikurangi luas wilayah yang tidak boleh serta tidak sesuai untuk dikembangkan sebagai kawasan permukiman baik ditinjau dari sisi lingkungan maupun dari regulasi peraturan perundangan yang berlaku. Secara ringkas diformulasikan dengan rumus (Muta'ali, 2015):

$$LPm = LW - (LKL + LKRB + LTC) \quad (2)$$

Keterangan:

LPm : Luas lahan yang layak untuk permukiman

LW : Luas wilayah

LKL : Luas kawasan lindung

LKRB : Luas kawasan rawan bencana

LTC : Luas kawasan dengan topografi curam (kelerengan > 25 %)

Proses penentuan daya dukung permukiman di seluruh wilayah Kecamatan Gunungpati dapat dilakukan melalui tiga tahapan utama yakni inventarisasi data dan merubahnya dalam bentuk data spasial, kemudian proses penentuan lahan yang layak untuk permukiman, dan yang ketiga adalah melakukan perhitungan secara spasial sehingga menghasilkan nilai daya dukung lahan untuk permukiman.

Identifikasi Perkembangan Kawasan Permukiman

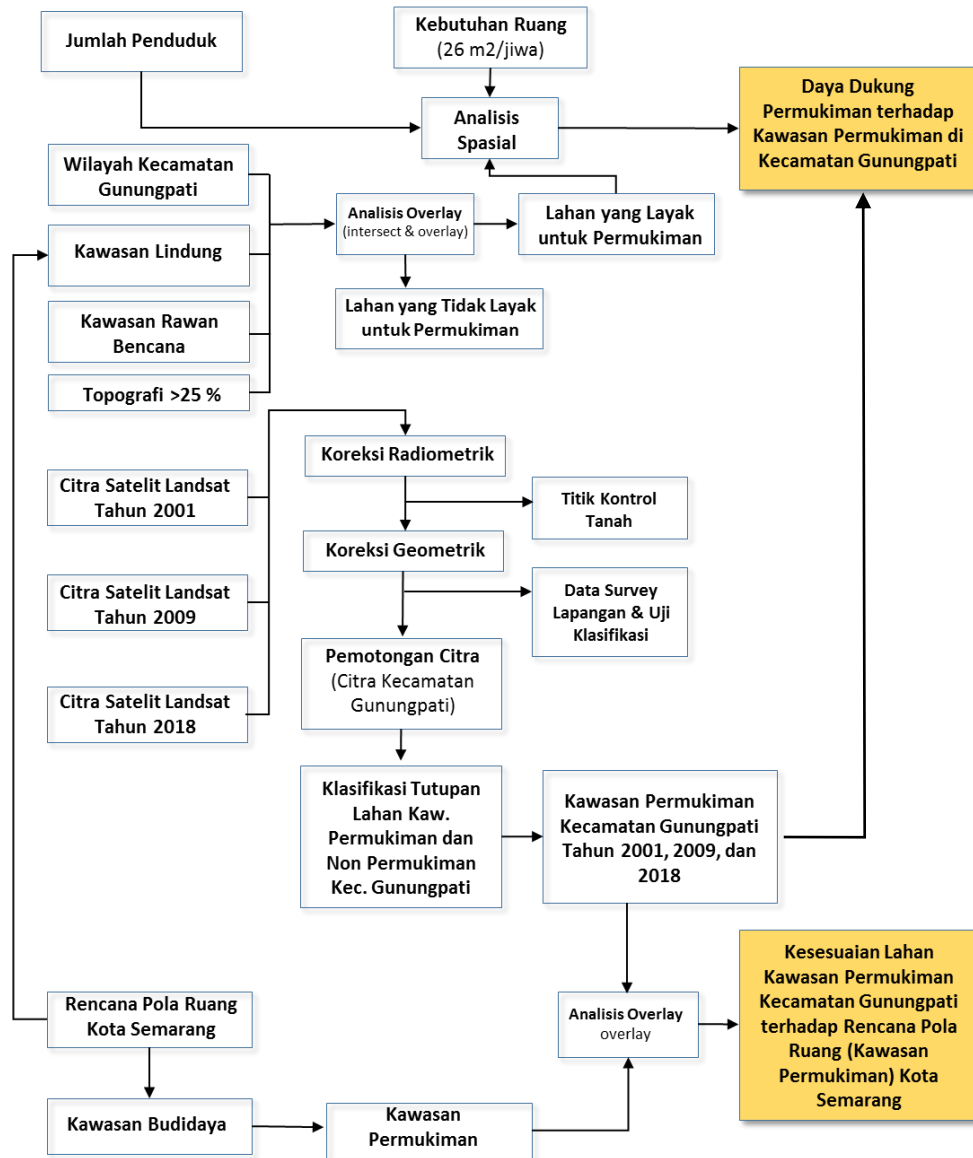
Identifikasi perkembangan kawasan permukiman dilakukan dengan menggunakan aplikasi Penginderaan Jauh yang memanfaatkan citra satelit Landsat pada tahun 2001, 2009, dan 2018. Proses identifikasi kawasan permukiman di Kecamatan Gunungpati pada masing-masing tahun dilakukan dengan teknik *supervised classification* atau klasifikasi terbimbing. Teknik ini dilakukan dengan cara menentukan wilayah sampel yang diidentifikasi ke dalam bentuk tutupan lahan tertentu.

Metode yang digunakan dalam proses identifikasi kawasan permukiman di Kecamatan Gunungpati dilakukan dengan menggunakan metode interpretasi citra secara digital dengan memanfaatkan *tools* pada aplikasi SIG dan penginderaan jauh serta mengandalkan kemampuan teknis, pengetahuan, serta wawasan dari interpreter dalam mengenali obyek yang akan diidentifikasi pada citra. Proses identifikasi kawasan permukiman dilakukan melalui upaya mengidentifikasi bentuk bangunan yang terlihat dari citra

satelit. Bangunan merupakan tanda dasar dari kehadiran/adanya manusia di suatu wilayah yang dapat terobservasi melalui teknologi penginderaan jauh (Pesaresi, 2015).

Analisis Kesesuaian Kawasan Permukiman dengan Arahkan Pola Ruang Kawasan Permukiman

Analisis kesesuaian kawasan permukiman di Kecamatan Gunungpati dengan rencana peruntukan kawasan permukiman yang tercantum dalam rencana pola ruang kawasan budidaya RTRW Kota Semarang Tahun 2011-2031, dilakukan dengan melakukan analisis *overlay* dengan teknik *intersect* antara data perkembangan terakhir kawasan permukiman Kecamatan Gunungpati yang merupakan hasil identifikasi perkembangan perumahan pada analisis sebelumnya dengan rencana kawasan permukiman sesuai dengan arahan RTRW Kota Semarang. Analisis kesesuaian yang dilakkan dalam studi ini dapat dilihat pada Gambar 3.



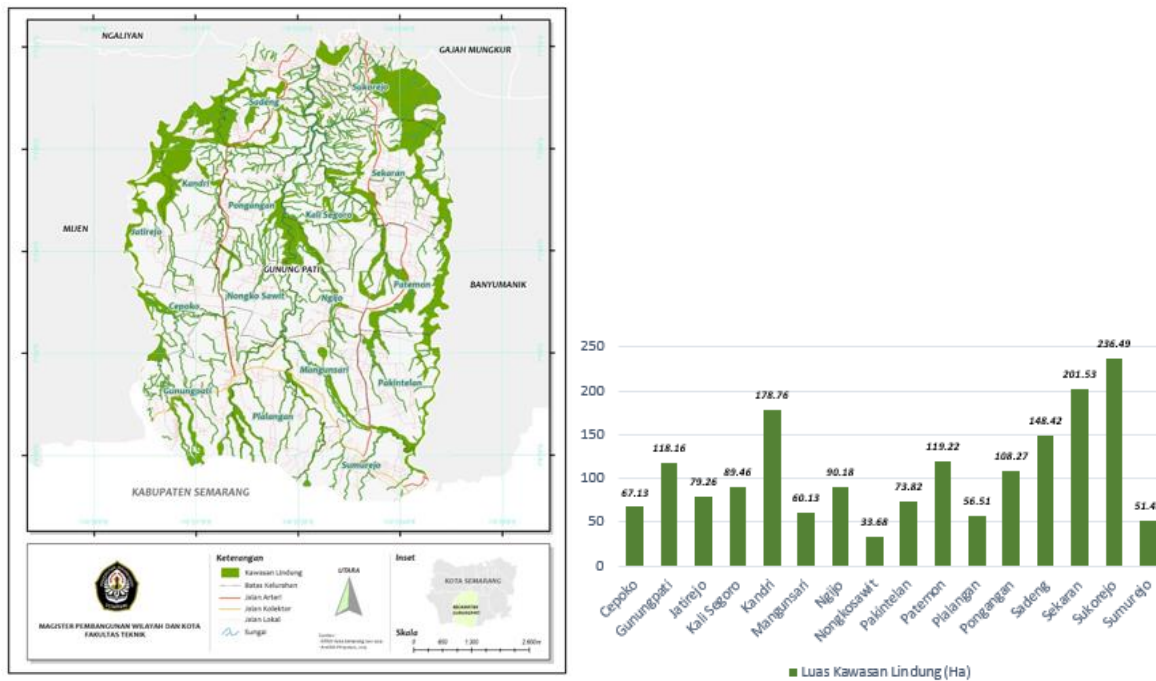
Sumber: Penyusun, 2019
Gambar 3. Proses Analisis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Daya Dukung Permukiman di Kecamatan Gunungpati

Komponen utama dari analisis ini adalah luas lahan yang layak untuk permukiman (LPm), jumlah penduduk (JP), dan koefisien luas kebutuhan ruang (α). Selain JP dan α , penentuan nilai LPm dapat berbeda-beda sesuai dengan variabel kriteria lahan yang layak untuk permukiman berdasarkan studi dan kajian literatur yang telah dilakukan. Pada analisis ini, variabel yang digunakan untuk menentukan nilai LPm adalah kawasan lindung, kawasan rawan bencana, dan wilayah dengan tingkat ketererangan curam ($>25\%$).

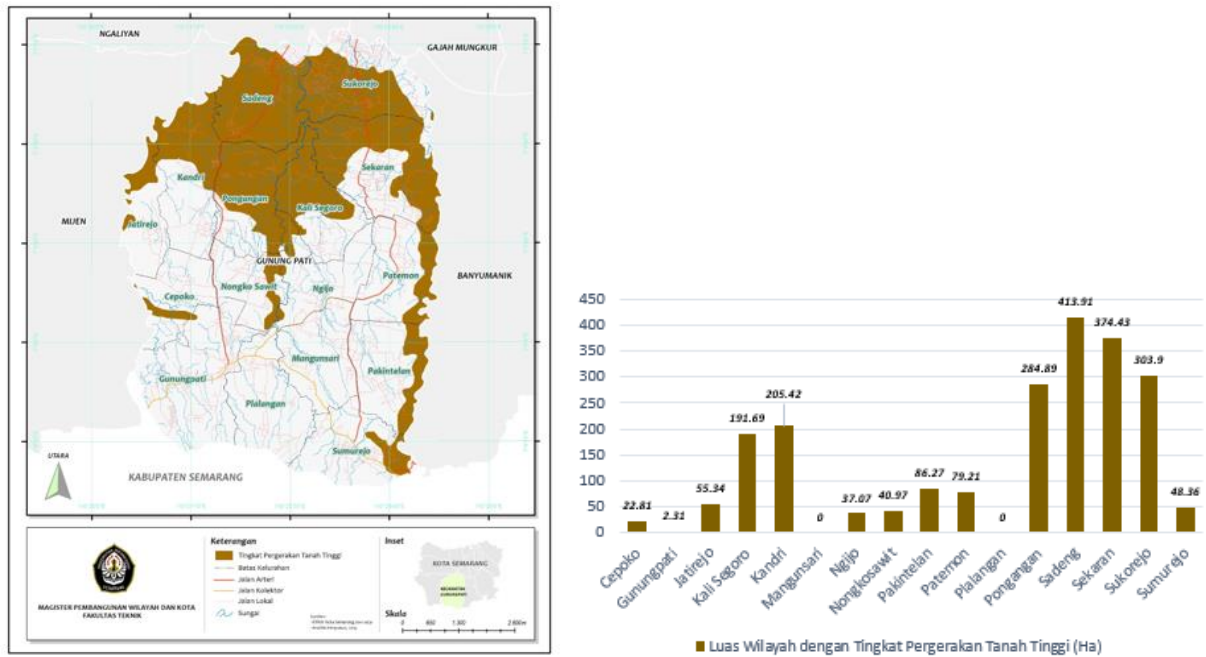
Berdasarkan hasil analisis kawasan lindung seperti terlihat pada Gambar 4, diketahui bahwa seluruh wilayah kelurahan dalam Kecamatan Gunungpati memiliki kawasan lindung yang perlu diperhatikan kelestarian serta tindakan konservasinya. Total luas kawasan lindung tersebut kurang lebih sebesar 1.712,44 Ha. Dari 16 (enam belas) kelurahan, Kelurahan Sukorejo memiliki luas kawasan lindung terbesar yakni 236,49 Ha kemudian diikuti oleh Kelurahan Sekaran dengan luas sebesar 201,53 Ha, dan yang ketiga adalah Kelurahan Kandri dengan luas sebesar 178,76 Ha. Sementara itu, besaran luas kawasan lindung terkecil terdapat di Kelurahan Nongkosawit dengan luas hanya sebesar 33,68 Ha.



Sumber: Penyusun, 2019

Gambar 4. Hasil Analisis Kawasan Lindung di Kecamatan Gunungpati

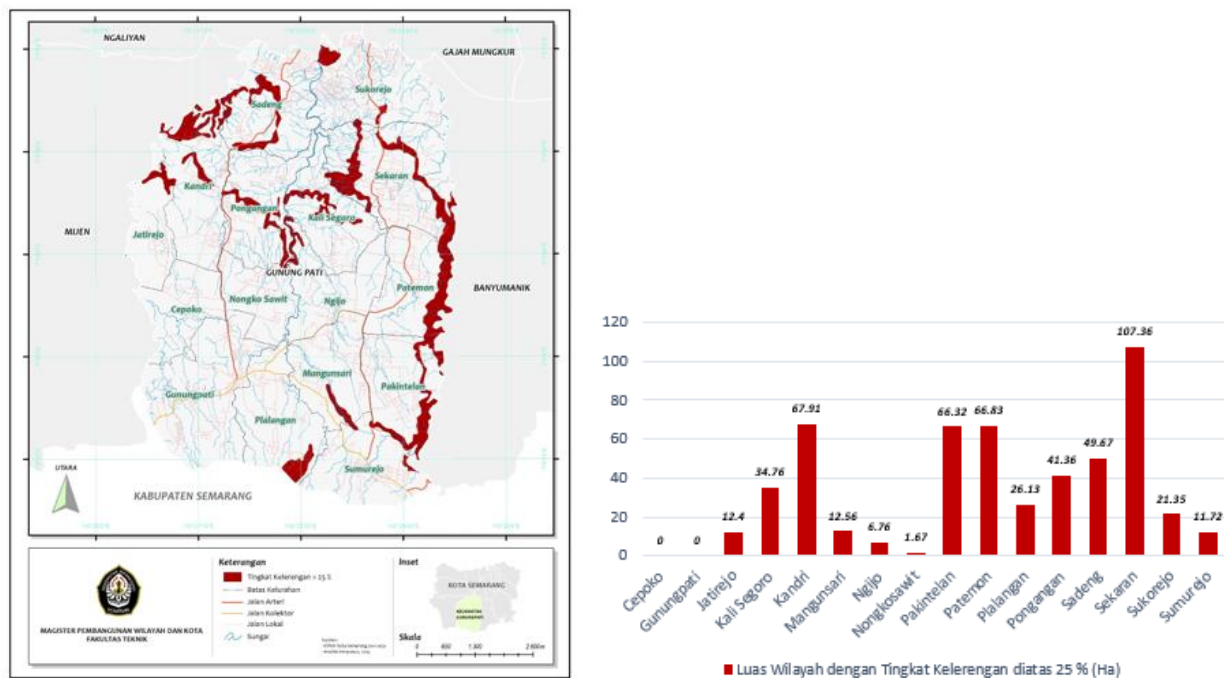
Hasil identifikasi kawasan rawan bencana menunjukkan bahwa tidak semua wilayah di Kecamatan Gunungpati tergolong ke dalam wilayah dengan tingkat pergerakan tanah tinggi. Dari 16 kelurahan, terdapat 2 kelurahan yang tidak memiliki tingkat pergerakan tanah yang tinggi yaitu Kelurahan Mangunsari dan Kelurahan Plalangan. Sementara itu, wilayah yang memiliki luas wilayah dengan tingkat pergerakan tanah tinggi terbesar dimiliki oleh Kelurahan Sadeng dengan luasan mencapai 413,91 Ha, kemudian diikuti oleh Kelurahan Sekaran sebesar 374,43 Ha dan yang ketiga dimiliki oleh Kelurahan Sukorejo.



Sumber: Penyusun, 2019

Gambar 5. Hasil Analisis Kawasan Rawan Bencana di Kecamatan Gunungpati

Ditinjau dari sisi perbandingan antara luas wilayah administrasi masing-masing kelurahan terhadap luas wilayah dengan pergerakan tanah tinggi (Gambar 5), Kelurahan Sadeng tercatat sebagai kelurahan dengan persentase cakupan wilayah yang terbesar yakni sekitar 95,05% dari wilayahnya merupakan wilayah dengan tingkat pergerakan tanah yang tinggi, dan yang kedua dimiliki oleh Kelurahan Pongangan dengan cakupan sebesar 73,54%, kemudian yang ketiga dimiliki oleh Kelurahan Sekaran dengan persentase sebesar 64,14%. Sedangkan untuk analisis kawasan dengan kelerengan tinggi diperoleh hasil bahwa wilayah dengan tingkat kelerengan diatas 25% sangat sedikit di Kecamatan Gunungpati yakni hanya mencakup sekitar 8,6% dari total luas wilayahnya. Dari 16 kelurahan, terdapat dua kelurahan yang wilayahnya tidak memiliki topografi diatas 25% yaitu Kelurahan Cepoko dan Kelurahan Gunungpati. Kelurahan Sekaran merupakan kelurahan dengan luas wilayah bertopografi diatas 25 % tertinggi dengan luas sebesar 107,36 Ha. Luas sebesar itu mencakup kurang lebih 18,4% dari luas total seluruh wilayahnya. Kemudian, kelurahan terbesar kedua berikutnya adalah Kelurahan Kandri dengan luas sebesar 67,91 Ha lalu diikuti oleh Kelurahan Pakintelan dan Patemon yang luasannya hampir sama yaitu 66,83 Ha dan 66,32 Ha. Sementara itu, Kelurahan Nongkosawit merupakan kelurahan dengan tingkat kelerengan diatas 25% terendah yaitu hanya mencakup 1,67 Ha dari luas wilayahnya.



Sumber: Penyusun, 2019

Gambar 6. Hasil Analisis Kawasan Kelerengan Tinggi di Kecamatan Gunungpati

Secara keseluruhan, luas lahan yang layak untuk permukiman lebih besar dibandingkan lahan yang tidak layak untuk permukiman, meskipun nilai keduanya cukup berimbang. Jika dipersentasekan, lahan yang layak untuk permukiman di Kecamatan Gunungpati adalah 50,86%. Dari luasan tersebut, Kelurahan Gunungpati merupakan kelurahan dengan luas lahan yang layak untuk permukiman terbesar yakni 479,01 Ha atau sekitar 79,9% dari total luas wilayahnya kemudian diikuti oleh Kelurahan Plalangan dengan luas sebesar 320,01 Ha. Jika dilihat melalui peta-peta pada variabel sebelumnya, kedua kelurahan tersebut memang memiliki kondisi fisik alam yang cukup baik yang salah satunya ditandai dengan sedikit atau bahkan tidak terdapatnya wilayah kelurahan yang tergolong memiliki tingkat pergerakan tanah tinggi dan tingkat kelerengan di atas 25%. Sementara itu, kelurahan dengan jumlah luas lahan yang tidak layak untuk permukiman dimiliki oleh Kelurahan Sekaran dengan luas sebesar 424,55 Ha dan kelurahan dengan jumlah proporsi (%) lahan yang tidak layak untuk permukiman tertinggi berada pada Kelurahan Sadeng dengan luas sebesar 418,34 Ha atau sekitar 96,07% dari total luas seluruh wilayahnya. Distribusi luas wilayah dengan persentase tingkat kelerengan di setiap kelurahan di Kecamatan Gunung Pati dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan formula daya dukung permukiman (Tabel 2), maka diperoleh hasil bahwa daya dukung permukiman di Kecamatan Gunungpati tergolong masih baik, dari 16 kelurahan hanya satu kelurahan yang tergolong tidak lagi mampu untuk mendukung pembangunan kawasan permukiman di wilayahnya, yakni Kelurahan Sadeng dengan nilai 0,95 atau DDP < 1.

Tabel 2. Daya Dukung Permukiman di Kecamatan Gunungpati

No.	Kelurahan	Luas Lahan yang Layak untuk Permukiman (m ²)	Jumlah Penduduk (jiwa)	Koefisien Luas Kebutuhan Ruang per Kapita (m ² /kapita)	Daya Dukung Permukiman
<i>i</i>	<i>ii</i>	<i>iii</i>	<i>iv</i>	<i>v</i>	$(iii/iv)/v$
1	Cepoko	1.847.471	2.919	26	24,34
2	Gunungpati	4.790.131	6.521	26	28,25
3	Jatirejo	1.262.695	1.920	26	25,29
4	Kali Segoro	1.113.956	3.125	26	13,71
5	Kandri	1.837.472	3.897	26	18,13
6	Mangunsari	2.742.228	4.691	26	22,48

No.	Kelurahan	Luas Lahan yang Layak untuk Permukiman (m ²)	Jumlah Penduduk (jiwa)	Koefisien Luas Kebutuhan Ruang per Kapita (m ² /kapita)	Daya Dukung Permukiman
<i>i</i>	<i>ii</i>	<i>iii</i>	<i>iv</i>	<i>v</i>	$(iii/iv)/v$
7	Ngijo	2.175.896	3.242	26	25,81
8	Nongkosawit	1.735.488	4.659	26	14,33
9	Pakintelan	2.287.320	4.680	26	18,8
10	Patemon	2.135.978	4.497	26	18,27
11	Plalangan	3.200.091	3.710	26	33,18
12	Pongangan	766.822	5.369	26	5,49
13	Sadeng	171.231	6.944	26	0,95
14	Sekaran	1.592.441	6.617	26	9,26
15	Sukorejo	840.361	11.313	26	2,86
16	Sumurejo	2.763.399	5.880	26	18,08
Total		3126,26	79.984	-	-

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Nilai DDP Kelurahan Sadeng yang rendah tersebut salah satunya dipengaruhi oleh besaran luas wilayah yang memiliki tingkat kerawanan pergerakan tanah yang tinggi. Wilayah rawan bencana tersebut mendominasi sebesar 95,05% luas wilayahnya. Hal ini dirasa sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Jihan (2016) yang menjelaskan bahwa Kecamatan Gunungpati merupakan wilayah yang rawan terhadap bencana gerakan tanah dan tanah longsor yang salah satunya disebabkan oleh tingkat topografi yang cukup terjal serta kondisi geologi yang tersusun dari litologi batu lempung, breksi vulkanik, batu pasir krakalan, endapan alluvium, dan batu gamping klastik membuat daerah ini memiliki potensi yang besar untuk terjadinya gerakan tanah, terlebih lagi pada kawasan di atas wilayah batu lempung yang memiliki kerentanan terhadap proses pelapukan. Wilayah yang memiliki tingkat kerawanan bencana tanah longsor, secara alamiah atau kondisi fisik alamnya memang kurang mendukung untuk dikembangkan sebagai kawasan permukiman.

Selain itu, ditinjau dari sisi topografi, Kelurahan Sadeng juga tergolong memiliki wilayah yang tingkat keterlerangan > 25% cukup besar dibandingkan beberapa kelurahan lainnya. Kondisi topografi adalah faktor penting yang mempengaruhi tingkat sensitivitas ekologi, yang tidak hanya membatasi aktivitas manusia tapi juga sebagai salah satu pembentuk peluang timbulnya bencana alam (Tsou et al, 2017). Untuk itu, wilayah yang didominasi oleh lahan yang memiliki topografi > 25%, hendaknya tidak dijadikan pilihan utama untuk dikembangkan sebagai kawasan permukiman karena dikhawatirkan akan menyebabkan terjadinya bencana alam yang memakan korban jiwa. Dimana kondisi geologis, keterlerangan, dan kondisi vegetasi merupakan faktor pengontrol alam yang dapat memicu kerentanan suatu wilayah terhadap longsor (Imanda, 2013). Lebih spesifik faktor-faktor pemicu terjadinya tanah longsor adalah: a. hujan; b. lereng terjal; c. tanah yang kurang padat dan tebal; d. batuan yang kurang kuat; e. jenis tata lahan; f. getaran; g. susut muka air danau atau bendungan; h. adanya beban tambahan; i. Pengikisan atau erosi; j. adanya material timbunan pada tebing; k. bekas longsor lama; l. adanya diskontinuitas; m. penggundulan hutan; dan n. daerah pembuangan sampah (Djamil, 2008).

3.2 Perkembangan Kawasan Permukiman di Kecamatan Gunungpati

Secara garis besar, klasifikasi tutupan lahan pada analisis ini terbagi menjadi dua jenis yaitu tutupan lahan kawasan permukiman dan tutupan lahan non-kawasan permukiman. Tutupan lahan kawasan permukiman di Kecamatan Gunungpati diidentifikasi dari semua jenis lahan terbangun yang ditandai oleh warna coklat dengan rona gelap (coklat tua) sampai terang (coklat muda) pada wilayah perdesaan dan warna coklat serta putih pada wilayah perkotaan. Hasil analisis klasifikasi tutupan lahan pada masing-masing tahun menunjukkan bahwa tutupan lahan kawasan non-permukiman terlihat sangat mendominasi dari tahun ke tahun, meskipun jumlah luasannya terus mengalami pengurangan. Sementara itu, kawasan permukiman terus mengalami peningkatan yang signifikan pada setiap periodenya seperti terlihat pada Gambar 7. Menurut Haidir dan Rudiarto (2019), Kecamatan Gunung Pati merupakan

kecamatan yang mempunyai daya dukung terbesar selain Kecamatan Banyumanik dalam pengembangan kawasan permukiman di Kota Semarang.



Sumber: Analisis, 2019

Gambar 7. Citra Satelit Landsat Kecamatan Gunungpati Tahun 2001, 2009, dan 2018

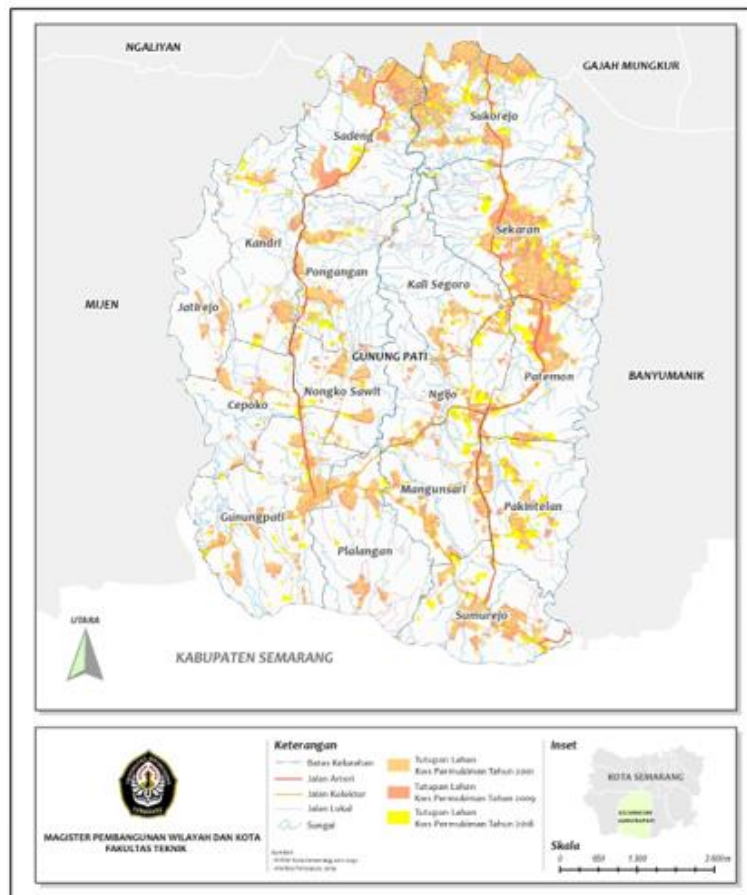
Berdasarkan hasil ujicoba pemodelan kawasan permukiman berbasis aplikasi GIS di Kota Surabaya oleh Firmansyah et al (2011), perkembangan suatu kawasan permukiman (kota) dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah: a. penambahan jumlah penduduk; b. penambahan fasilitas kesehatan; c. perkembangan sosial ekonomi seperti pasar swalayan dan sekolah; dan d. pertumbuhan industri. Pada wilayah rawan longsor, karakteristik permukiman umumnya berbentuk rumah panggung berbahan kayu (Puspita, 2014).

Hasil identifikasi perkembangan kawasan permukiman di Kecamatan Gunungpati yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa luas tutupan lahan kawasan permukiman terus mengalami peningkatan pada setiap tahunnya. Perkembangan kawasan permukiman di Kecamatan Gunungpati dari tahun 2001 sampai tahun 2018 terlihat jelas pada sisi utara kecamatan, yakni pada Kelurahan Sadeng dan Kelurahan Sukorejo dengan arah perkembangan cenderung menuju ke selatan dan ke pusat (wilayah perbatasan antara Kelurahan Sadeng dengan Kelurahan Sukorejo). Selain itu, perkembangan yang paling jelas juga terlihat pada Kelurahan Sekaran di sisi timur kecamatan. Wilayah tersebut mengalami perkembangan yang cukup signifikan dari setiap periodenya (lihat Gambar 8).

Tabel 3. Luas Tutupan Lahan di Kecamatan Gunungpati

No	Tutupan Lahan	Luas Tutupan Lahan per Tahun (Ha)		
		2001	2009	2018
1	Permukiman	463,95	837,77	914,29
2	Non-Permukiman	5.479,10	5.293,50	5.189,15
3	Awan	203,17	14,95	-
4	Tubuh Air	-	-	42,78
Total		6.146,22	6.146,22	6.146,22

Sumber: Hasil Analisis, 2019



Sumber: Analisis, 2019

Gambar 8. Perkembangan Kawasan Permukiman Kecamatan Gunungpati Tahun 2001, 2009, dan 2018

Selain itu, dari hasil analisis yang terlihat pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa pada periode tahun 2001-2009, luas lahan kawasan permukiman bertambah 373,82 Ha dari semula 463,95 Ha menjadi 837,77 Ha, dan pada tahun 2018 bertambah lagi sebanyak 76,52 Ha. Total peningkatan luasnya kurang lebih mencapai 450,34 Ha atau hampir dua kali lipat dari luas kawasan permukiman pada tahun 2001. Peningkatan luas kawasan permukiman terbesar terjadi diantara periode tahun 2001-2009 dengan jumlah peningkatan sebesar 373,82 Ha (lihat Gambar 9).



Sumber: Analisis, 2019

Gambar 9. Peningkatan Luas Kawasan Permukiman Kecamatan Gunungpati Tahun 2001, 2009, dan 2018

Kelurahan Sekaran merupakan kelurahan dengan luas lahan permukiman tertinggi dengan luas sebesar 162,57 Ha atau sekitar 17,78% dari luas keseluruhan kawasan permukiman di Kecamatan Gunungpati. Besarnya jumlah tersebut merupakan suatu hal yang wajar mengingat di dalam wilayahnya terdapat Kampus Universitas Negeri Semarang yang memiliki *multiplier effect* dan pengaruh yang besar dalam meningkatkan aktivitas serta konversi lahan non-terbangun menjadi lahan terbangun. Selanjutnya, luas lahan kawasan permukiman terbesar kedua adalah Kelurahan Sukorejo dengan selisih hanya sekitar 2,5 Ha dari Kelurahan Sekaran, kemudian yang ketiga diikuti oleh Kelurahan Sadeng dengan luas kawasan permukiman mencapai 89,91 Ha.

3.3 Kesesuaian Arahan Pola Ruang terhadap Kawasan Permukiman di Kecamatan Gunungpati Kota Semarang

Analisis ini dilakukan sebagai bentuk evaluasi dengan cara membandingkan rencana pola ruang untuk kawasan permukiman yang dalam penelitian ini didasarkan pada klasifikasi penggunaan lahan untuk kawasan permukiman dengan penggunaan lahan eksisting kawasan permukiman yang didasarkan pada analisis klasifikasi tutupan lahan kawasan permukiman pada tahun 2018. Hasil analisis menunjukkan bahwa dari total penggunaan lahan untuk kawasan permukiman yang mencapai 914,29 Ha, yaitu 21,13% diantaranya atau kurang lebih sekitar 193,17 Ha ternyata tidak sesuai dengan rencana pola ruang. Sementara itu sisanya, yakni kurang lebih sebesar 721,12 Ha merupakan kawasan permukiman yang lahannya memang diarahkan penggunaan lahannya untuk kawasan permukiman sehingga sesuai dengan rencana pola ruang.

Tabel 4. Kesesuaian Kawasan Permukiman per Kelurahan dengan Rencana Pola Ruang di Kecamatan Gunungpati

No.	Kelurahan	Luas Kawasan Permukiman Eksisting (Ha)	Luas Kawasan Permukiman yang Sesuai dengan Rencana Pola Ruang (Ha)	Persentase Kesesuaian (%)
1	Cepoko	16,66	13,48	80,91
2	Gunungpati	73,14	54,19	74,09
3	Jatirejo	11,23	4,09	36,42
4	Kali Segoro	20,94	14,46	69,05
5	Kandri	39,05	28,27	72,39
6	Mangunsari	47,40	31,15	65,72
7	Ngijo	33,24	27,79	83,60
8	Nongkosawit	27,09	24,88	91,84
9	Pakintelan	59,15	53,60	90,62
10	Patemon	74,24	54,44	73,33
11	Plalangan	26,75	17,71	66,21
12	Pongangan	41,26	28,72	69,61
13	Sadeng	89,91	75,98	84,51
14	Sekaran	162,57	147,51	90,74
15	Sukorejo	139,71	112,80	80,74
16	Sumurejo	51,95	32,05	61,69
Total		914,29	721,12	78,87

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Dari Tabel 4, selain mendapatkan informasi bahwa 78,87% kawasan permukiman di Kecamatan Gunungpati telah sesuai dengan rencana pola ruang, hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan juga menjelaskan bahwa tingkat kesesuaian lahan kawasan permukiman tertinggi dimiliki oleh Kelurahan Nongkosawit yakni dengan tingkat kesesuaian mencapai 91,84 %, yang artinya dari 27,09 Ha luas kawasan permukiman, hanya sekitar 2,21 Ha yang lahannya tidak sesuai dengan arahan pola ruang. Selain

Kelurahan Nongkosawit, Kelurahan Pakintelan, dan Kelurahan Sekaran juga merupakan wilayah dengan tingkat persentase kesesuaian diatas 90% dengan besaran masing-masing sebesar 90,62% dan 90,74%.

Sementara itu, kelurahan dengan tingkat kesesuaian tiga terkecil adalah Kelurahan Jatirejo, Kelurahan Sumurejo, dan Kelurahan Mangunsari dengan tingkat kesesuaian masing-masing sebesar 36,42%, 61,69%, dan 65,72%, perlu diketahui juga bahwa Kelurahan Jatirejo merupakan satu-satunya kelurahan yang memiliki tingkat kesesuaian dengan rencana pola ruang dibawah 50%. Fakta menarik lainnya yang dapat diketahui dan dikaji lebih lanjut adalah tingkat kesesuaian kawasan permukiman di Kelurahan Sadeng yang mencapai 84,51% padahal kelurahan tersebut merupakan wilayah yang tidak sesuai untuk mendukung kegiatan bermukim dan jika dilihat dari cakupan lahan yang layak untuk permukiman, kelurahan ini tergolong memiliki luasan yang paling kecil.

Tingkat kesesuaian antara lahan permukiman eksisting dengan rencana pola ruang yang cukup tinggi di Kelurahan Sukorejo yang mencapai 80,74% bukan merupakan suatu hal yang baik mengingat di kelurahan tersebut peristiwa terjadinya tanah longsor cukup banyak terjadi di beberapa titik di sekitar lahan permukiman warga (lihat Gambar 10). Hal ini menandakan bahwa terdapat kesalahan dalam merencanakan pola pemanfaatan ruang di wilayahnya. Sagala dan Bisri (2011) mengemukakan bahwa selain bencana yang berskala sangat besar, bencana yang terjadi tahunan seperti banjir dan tanah longsor mengindikasikan alokasi tata ruang yang tidak tepat. Ketidaktepatan atau ketidaksesuaian alokasi tata ruang merupakan salah satu aspek yang memberikan kontribusi dari terjadinya bencana tersebut. Perencanaan penggunaan lahan secara signifikan dapat berkontribusi untuk mencegah bahaya baru, seperti lahan longsor dan banjir. Kesesuaian dengan rencana pola ruang atau rencana pemanfaatan ruang tersebut perlu dipertanyakan dan dikaji lebih mendalam terhadap faktor apa yang menjadi landasan pertimbangan wilayah Kelurahan Sukorejo direncanakan sebagai kawasan permukiman. Selain itu, perencanaan pengembangan perumahan dan kawasan permukiman harus mempertimbangkan aspek konservasi lingkungan sebagai salah satu wujud kepedulian, etika, serta rasa tanggung jawab terhadap lingkungan (Widodo et al., 2015).



(a)

(b)

Keterangan:

(a) Tanah longsor di Kampung Deliksari, Kelurahan Sukorejo (Observasi lapangan, 2019)

(b) Rumah miring akibat pergerakan tanah di Kampung Trangkil (Observasi lapangan, 2019)

Gambar 10. Tanah Longsor pada Kawasan Permukiman di Kelurahan Sukorejo

4. KESIMPULAN

Beberapa hal yang dapat disimpulkan dalam penelitian ini adalah bahwa secara garis besar, tingkat daya dukung permukiman di Kecamatan Gunungpati tergolong masih cukup baik. Dari 16 kelurahan yang ada, hanya satu kelurahan yang wilayahnya tergolong sudah tidak mampu mendukung kegiatan untuk permukiman, yakni Kelurahan Sadeng dengan indeks DDP sebesar 0,95. Luas lahan optimal Kelurahan Sadeng agar dapat menampung jumlah penduduk yang ada adalah kurang lebih sebesar 18,02 Ha. Jumlah tersebut hanya berbeda 0,9 Ha dengan luas lahan yang layak untuk permukiman eksistingnya. Kelurahan Sukorejo merupakan salah satu kelurahan dengan indeks DDP yang nilainya paling mendekati 1. Hal ini

perlu menjadi perhatian yang lebih mengingat kelurahan ini letaknya paling dekat dengan wilayah pusat kota dan intensitas pemanfaatan lahan kawasan permukiman cukup tinggi.

Kawasan permukiman di Kecamatan Gunungpati sejak tahun 2001 sampai dengan tahun 2018 terus mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Peningkatan terbesar terjadi dalam kurun waktu tahun 2001– 009 dengan jumlah peningkatan lahan permukiman sebesar 373,82 Ha. Arah pemanfaatan ruang di Kecamatan Gunungpati yang mengacu pada RTRW Kota Semarang Tahun 2011–2031 didominasi peruntukannya untuk kawasan budidaya dan 48,7% dari luas kawasan budidaya tersebut diarahkan untuk penggunaan lahan kawasan permukiman. Dari total luas kawasan permukiman Kecamatan Gunungpati pada tahun 2018 sebesar 914,29 Ha, sebanyak 89,91 Ha diantaranya tidak lagi mendukung untuk dikembangkan sebagai kawasan permukiman karena secara daya dukung kawasan permukiman kelurahannya tidak mampu lagi untuk mendukung.

Ditinjau dari aspek kesesuaian terhadap rencana pola ruang kawasan permukiman, pemanfaatan lahan kawasan permukiman eksisting di Kecamatan Gunungpati memiliki tingkat kesesuaian yang cukup beragam dengan tingkat kesesuaian terendah yang terdapat di Kelurahan Jatirejo (36,42%) dan tingkat kesesuaian tertinggi yang terdapat di Kelurahan Nongkosawit dengan persentase kesesuaian sebesar 91,84%. Tingkat kesesuaian yang beragam terutama untuk kalsifikasi tingkat kesesuaian yang rendah menjadi bahan pertimbangan tersendiri untuk pengkajian ulang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang ke depan.

5. PERNYATAAN RESMI

Penelitian ini didanai oleh Pusbindiklatren – Bappenas dalam bentuk beasiswa pendidikan magister dalam negeri.

6. REFERENSI

- Djamal, Hariyadi. 2008. “Kajian Longsoran Tebing Ngarai Sianok dan Pengelolaan Bencana Pasca Gempa Bumi Padang Maret 2007.” *Jurnal Kebencanaan Indonesia*, Vol. 1 No. 4, Mei. ISSi 1978-3450.
- Fahri, Fansuri. 2017. “Daya Dukung dan Daya Tampung Lahan Perumahan (Studi Kasus: Kota Cimahi).” Tugas Akhir tidak diterbitkan, Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik Universitas Pasundan, Bandung.
- Firmansyah et al. 2011. *Pemodelan Perkembangan Kawasan Permukiman di Kota Surabaya Berbasis SIG*. Surabaya: Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data Institut Teknologi Sepuluh November.
- Haidir, H., & Rudiarto, I. (2019). Lahan potensial permukiman di Kota Semarang. *Tataloka*, 21(4), 575-588.
- Hamdani, R. S., Hadi, S. P., & Rudiarto, I. (2022, March). Housing challenges in sinking coastal city: rethinking urban housing in subsidence area for a more resilient community. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1007, No. 1, p. 012017). IOP Publishing.
- Hanggoro, Tri Cahyo A. et al. 2015. “Evaluasi Geoteknik Kelongsoran Lereng 23 Januari 2014 di Perumahan Trangkil Sejahtera Gunungpati Semarang.” *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan* Vol. 17. No 2, hal. 119-130.
- Imanda, Amy. 2013. “Penanganan Permukiman di Kawasan Rawan Bencana Gerakan Tanah Studi Kasus: Permukiman Sekitar Ngarai Sianok di Kelurahan Belakang Balok, Kota Bukittinggi.” *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, Vol. 24 No. 2, Agustus, hal. 141-156.
- Jihan, M. A. dan M. Yusrizhal. *Penelitian Potensi Gerakan Tanah di Kecamatan Gunungpati Kota Semarang Beserta Penanggulangannya*. ISSN: 2407-4314 Tahun 2016. Bandung: Universitas Padjadjaran.
- Kota Semarang Dalam Angka Tahun 2008 s.d 2018*. Badan Pusat Statistik Kota Semarang, 2008 s.d. 2018.
- Kuncoro, Vedy. 2003. “Perumahan di Kawasan Rawan Bencana Tanah Longsor: Studi Kasus Kota Semarang”. Tesis tidak diterbitkan. Program Studi Magister Perencanaan Kota dan Daerah, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Muta’ali, Luthfi. 2014. *Perencanaan Pengembangan Wilayah Berbasis Pengurangan Risiko Bencana*. Yogyakarta: Badan Penerbit Fakultas Geografi-UGM
- Muta’ali, Luthfi. 2015. *Teknik Analisis Regional untuk Perencanaan Wilayah, Tata Ruang, dan Lingkungan*. Yogyakarta: Badan Penerbit Fakultas Geografi-UGM
- National Research Council. 2003. *GIS for Housing and Urban Development*. ISBN: 0-309-08874-7. Washington D.C.: The Nastional Academies Press

- Pesaresi, Martino et al. 2015. Global Human Settlement Analysis for Disaster Risk Reduction. European Commission. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XL-7/W3
- Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka 2008 s.d. 2018. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah, 2008 s.d. 2018.
- Puspita, Desy. 2014. “Karakteristik Permukiman pada Wilayah Rawan Tanah Longsor di Desa Cibanteng, Cianjur, Jawa Barat.” *Majalah Geografi Indonesia*, Vol. 28 No. 2, September, hal. 140-152. ISSN 0215-1790.
- Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang 2011-2031. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Semarang, 2011.
- Sagala, S. dan Bisri, M. 2011. Perencanaan Tata Ruang Berbasis Kebencanaan di Indonesia. Jakarta: Penerbit LIPI.
- Shi, Yishao. 2018. “Reconsideration of The Methodology for Estimation of Land Population Carrying Capacity in Shanghai Metropolis.” Science Direct. *Science of The Total Environment*, 652 (2019) 367-381.
- Soedjoko, Sri A. dan Hatma Suryatmojo. 2008. “Pemilihan Vegetasi untuk Pengendalian Longsor Lahan.” *Jurnal Kebencanaan Indonesia*, Vol. 1 No. 5. ISSN 1978-3450.
- Tsou, J. Y., Gao, Y., Zhang, Y., Sun, G., Ren, J., & Li, Y. (2017). Evaluating urban land carrying capacity based on the ecological sensitivity analysis: A case study in Hangzhou, China. *Remote Sensing*, 9(6), 529.
- Widodo, B, et al. 2015. “Analysis of Environmental Carrying Capacity for the Development of Sustainable Settlement in Yogyakarta Urban Area.” Science Direct. *Procedia Environmental Sciences*, 28