JURNAL PENGELOLAAN LINGKUNGAN BERKELANJUTAN
Journal of Environmental Sustainability Management

JPLB, 2020, 4(2):498-512
ISSN 2598-0017 | E-ISSN 2598-0025
Tersedia di http://www.bkpsl.org/ojswp/index.php/jplb

Penggunaan AHP guna penentuan prioritas penanganan permukiman tangguh bencana longsor

S. Utami[1*], K. Ekasari[2], R. M. Saputra[3]

[1]Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
[2]Jurusan PWK, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
[3]Program Sarjana Arsitektur, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

Abstrak.
Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Batu Tahun 2010-2030 menyebutkan bahwa kawasan dengan risiko bencana longsor tinggi di Kota Batu berada di Kelurahan Temas. Risiko dengan ancaman longsor "tinggi", kerentanan sosial "sedang" dan kerentanan ekonomi "tinggi". Guna menentukan prioritas penanganan permukiman tangguh bencana longsor, maka metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah metode yang paling relevan. Tujuan penelitian ini adalah menentukan prioritas penanganan elemen permukiman tangguh bencana. Alat yang digunakan adalah kuesioner perbandingan berpasangan. Elemen pembentuk permukiman yaitu *nature*, *man*, *society, shell* dan *network*. Namun, penelitian ini difokuskan pada bidang arsitektur yaitu *shell* (pondasi, bentuk bangunan, desain struktur, lokasi, atap) dan *network* (jalan, air bersih, drainase, air kotor, persampahan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa urutan prioritas penanganan permukiman tangguh bencana longsor dari elemen *shell* adalah pondasi bangunan, lokasi dan struktur bangunan, sedangkan pada elemen *network* dimulai dari drainase lingkungan, jalan dan air bersih.

Kata kunci: AHP, permukiman tangguh bencana longsor

Abstract.
The 2010-2030 Batu City Spatial Plan states that the area with a high risk of landslides in Batu City is located in Temas Village. Risks with the threat of landslides are "high", social vulnerability is "medium" and economic vulnerability is "high". In order to determine the priority for handling landslide resilient settlements, the Analytical Hierarchy Process (AHP) method is the most relevant. The purpose of this research was to determine the priority for handling disaster resilient settlement elements. The tool used was a pairwise comparison questionnaire. Settlement-forming elements namely nature, man, society, shell and network. However, this research was focused on the field of architecture namely shell (foundation, building shape, structural design, location, roof) and network (roads, clean water, drainage, dirty water, solid waste). The results showed that the priority order for handling landslide resilient settlements from shell elements namely building foundations, location and structure of buildings. Meanwhile, the network elements were started from environmental drainage, roads and clean water.

Keywords: AHP, landslide resilient settlement

1. PENDAHULUAN

Kota Batu merupakan salah satu kota dengan tingkat ancaman bencana yang tinggi di Jawa Timur. Salah satu bencana yang paling sering terjadi di Kota Batu adalah longsor. Pada tahun 2018 tercatat ada 9 kejadian bencana tanah longsor dan selama tiga tahun terakhir setidaknya telah terjadi 86 kali bencana longsor (BPBD Kota Batu 2018). Kondisi geografis Kota Batu yang merupakan daerah perbukitan dan lereng gunung menyebabkan tingginya ancaman longsor. Longsor adalah kejadian bergeraknya puing-puing batuan (termasuk tanah di dalamnya) menuruni lereng dalam skala besar yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi, tata guna lahan dan kemiringan lereng (Utami dan Asna 2019). Tanah longsor di area permukiman dapat menyebabkan kerugian materiil bagi

* Korespondensi Penulis
Email : sriutamiazis@ub.ac.id

penduduk, sehingga model kerentanan, bahaya dan risiko longsor yang baik diperlukan untuk meminimalisir kerugian yang ditimbulkan (Komac 2006).

Pemerintah kota telah merespon kejadian tersebut dengan menyusun program "Batu menjadi Kota Tangguh Bencana Periode 2017-2022" dalam Rencana Strategis Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Batu 2017-2022 (BPBD Kota Batu 2018). Namun, selama kurun waktu 5 tahun ini ditemukan masih sedikit desa yang tangguh terhadap bencana longsor. Penyebabnya bisa karena unsur alam (topografi yang variatif, curah hujan tinggi, sifat tanah setempat) dan elemen fisik bangunan lainnya (konstruksi pondasi, denah bangunan, campuran bahan bangunan, lokasi, jaringan, dll.).

PerDa Kota Batu Nomor 7 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Batu Tahun 2010-2030 menyatakan bahwa salah satu kawasan dengan risiko bencana longsor tinggi di Kota Batu terdapat di Kelurahan Temas. Kelurahan Temas memiliki kerentanan bencana longsor yang rendah (379,69 ha), sedang (91,68 ha), hingga tinggi (0,63 ha) (Rema *et al*. 2018). Terdapat empat aspek yang menyebabkan hal tersebut yaitu aspek fisik, lingkungan, sosial dan ekonomi. Kerentanan terhadap bencana ini juga bisa semakin meningkat karena wilayah bantaran sungai dimanfaatkan sebagai hunian akibat dari aktivitas urbanisasi (Jaswadi *et al*. 2012).

Upaya peningkatan kapasitas masyarakat di Kelurahan Temas sudah dilakukan, tetapi pengambilan keputusan guna perencanaan prioritas penanganan permukiman tangguh bencana longsor masih belum tersusun. Saaty (2008) mengembangkan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) sebagai salah satu model pengambilan keputusan dengan *multiple criteria*. Hasilnya dapat digunakan untuk perencanaan *(planning)* dan penentuan prioritas, termasuk untuk menentukan prioritas penanganan elemen permukiman tangguh bencana longsor. Penelitian ini bertujuan menyusun perencanaan dan prioritas penanganan permukiman tangguh bencana longsor untuk Kelurahan Temas, Kota Batu melalui metode AHP. Permukiman terbentuk oleh lima elemen dasar yaitu alam, manusia, masyarakat, bangunan dan jaringan (Doxiadis 1968). Namun, penelitian ini berfokus pada dua elemen dasar bidang arsitektur yaitu bangunan (s*hell*) dan jaringan (*network*). Elemen fisik jaringan merupakan salah satu aspek yang bisa ditingkatkan kemampuannya dalam rangka menanggapi risiko bencana yang berkembang (Lee *et al*. 2018). Elemen infrastruktur (*network*) merupakan salah satu aspek penting dalam penanganan preventif terhadap ancaman longsor, khususnya terkait air bersih, drainase dan sanitasi (Hidayati dan Noviana 2016). Selain elemen *network,* elemen lain yang juga mempengaruhi tingkat risiko adalah karakter bangunan. Adaptasi permukiman rawan bencana dapat dilihat dari perubahan tipe bangunan yang dirancang untuk mengurangi risiko kerugian akibat bencana (Utami *et al*. 2014).

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi kajian dan waktu penelitian

Lokasi penelitian berada di kawasan dengan risiko bencana longsor tinggi hingga sedang yaitu di RT 6 RW 6, Kelurahan Temas, Kota Batu (**Gambar 1**).

Gambar 1. Lokasi penelitian di RT 6 RW 6, Kelurahan Temas, Kota Batu.

2.2. Tahapan penentuan prioritas penanganan permukiman tangguh bencana longsor

Pendekatan umum dalam mitigasi bencana adalah dengan meningkatkan kapasitas yang melekat pada komunitas atau *stakeholder* lokal guna mengurangi tingkat risiko bencana (Orencio and Fujii 2013). Penggunaan AHP pada penelitian ini dalam rangka merumuskan kebijakan secara terorganisir. Menurut Sudamara *et al*. (2012), AHP dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan dalam kerangka pemikiran yang terorganisir, sehingga dapat digunakan untuk pengambilan keputusan yang efektif. AHP merupakan salah satu pendekatan adaptif yang bermanfaat untuk perencanaan jangka panjang dengan memaksimalkan manfaat dari setiap pilihan strategi (Lessard 1998).

Penelitian dengan metode AHP ini berguna untuk menentukan prioritas penanganan permukiman dari ancaman bencana longsor. Tahapan-tahapan untuk mendapatkan urutan prioritas tersebut meliputi empat tahapan yaitu identifikasi masalah, penyusunan kuesioner dengan metode *pairwise comparison*, penilaian atau pembandingan oleh para ahli sebagai responden dan analisis data dengan metode AHP.

2.2.1. Identifikasi masalah

Identifikasi permasalahan didasarkan pada observasi faktual di lapangan. Data dikumpulkan berdasarkan pada dua elemen dasar permukiman (bangunan dan jaringan), variabel dan indikator penentu ancaman longsor (**Tabel 1**).

Tabel 1. Elemen dan variabel penelitian.

Elemen	Variabel	Indikator
Bangunan (*Shell*)	Pondasi bangunan	• Menembus tanah keras. • Berbentuk simetris & menerus. • Pada kedalaman sama (tidak bertangga).
	Denah/bentuk bangunan	• Berbentuk sederhana, simetris, tidak terlalu panjang. • Dilakukan dilatasi (pemisahan struktur) jika bentuk bangunan tidak simetris.
	Desain struktur bangunan	• Menggunakan *rigid frame* dengan kolom dan balok. • Menggunakan bahan beton bertulang.
	Lokasi bangunan	• Berdiri di atas tanah stabil, rata, maupun tanah keras, bukan merupakan tanah halus dan bersifat mengembang.
	Atap bangunan	• Kuda-kuda minimal terbuat dari material kayu yang berkualitas baik, tua, kering dan tidak bercacat pecah serta tidak terdapat kayu mudanya (*spint*). • Semua kayu harus kering tanpa mata kayu, sisi-sisi yang berkerut, lubang-lubang dan tanpa cacat-cacat serta telah dikeringkan.
Jaringan (*Network*)	Jalan	• Dimensi komponen berdasarkan jenis jalan (Jenis jalan lokal sekunder II): - Perkerasan 3,00 - 6,00 m - Bahu jalan 1,00-1,50 m - Pedestrian 1,50 m - Trotoar 0,50 m • Cakupan pelayanan, minimal menghubungkan permukiman dengan jalan lokal sekunder I dalam skala wilayah, terhubung dengan jalan lingkungan I atau menghubungkan antar rumah dalam permukiman. • Penutup jalan dengan material aspal, penmac, atau tanah urug.
	Air Bersih	• Memenuhi kebutuhan minimal 60 liter/orang/hari. • Menggunakan Sistem Penyediaan Air Minum dengan Perpipaan (SPAM) dengan sumber PDAM atau Sistem Penyediaan Air Minum Bukan Jaringan Perpipaan (SPAM BJP) dengan sumber sumur, penampungan air hujan, perlindungan mata air, saringan, mobil tangki air.
	Drainase	• Penerima air, berupa sungai dan air tanah. • Bangunan pengalir air, dapat berupa gorong-gorong, *street inlet*, pompa dan pintu air.
	Air Kotor	• Jenis sistem pengelolaan dengan sistem terpusat atau sistem pengelolaan setempat.
	Persampahan	• Pemilahan, menggunakan bak sampah atau *container* sampah. • Pengumpulan, menggunakan gerobak sampah, motor atau mobil pengangkut sampah menuju tempat penampungan sementara. • Pengangkutan, proses pemusatan sampah dari tempat penampungan sementara ke tempat pengolahan akhir, dapat menggunakan truk pengangkut sampah. • Pengolahan dengan 3R (*reduce, reuse, recycle*).

2.2.2. Penyusunan kuesioner dengan metode *pairwise comparison*

Kuesioner berisi perbandingan berpasangan antar satu variabel dengan variabel lain. Variabel tersebut diatur ke dalam matriks untuk diketahui tingkat kepentingan dan bobot yang dimiliki (Saaty and Vargas 2012), sehingga dapat diketahui tingkat kepentingan antara satu variabel dengan variabel lain. Metode *pairwise comparison* ini digunakan untuk memperoleh kecenderungan terkait dari setiap variabel yang dibandingkan (Osvaldo and Pangemanan 2016). Responden diminta untuk mengisi kuesioner dimana masing-masing elemen dihadapkan satu dengan yang lain untuk dinilai mana yang lebih penting dengan memilih antara angka 1 sampai 9 (**Tabel 2**).

Tabel 2. Skala penilaian.

Skala	Intensitas kepentingan	Keterangan
1	Sama penting	Kedua elemen sama pentingnya. Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar.
3	Sedikit lebih penting	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya. Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang Lainnya.
5	Lebih penting	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya. Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang lainnya.
7	Sangat penting	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya. Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktik.
9	Mutlak penting	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya. Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan.
2,4,6,8	Nilai menengah	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan. Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi di antara 2 pilihan.
1/n	Kebalikan	Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka dibanding dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan i. Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka dibanding dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan i.

Sumber: Saaty and Vargas (2012).

2.2.3. Penilaian atau pembandingan oleh para ahli sebagai responden

Responden dipilih secara *purposive sampling* yang merupakan ahli terkait tema penelitian yaitu wakil dari instansi BPBD Kota Batu, Dinas Perumahan Kawasan Permukiman dan Pertanahan (DPKPP) Kota Batu dan tokoh masyarakat setempat.

2.2.4. Analisis data dengan metode AHP

Analisis data dengan metode AHP dilakukan secara kuantitatif dan proses pengambilan keputusan dilakukan dengan prinsip dasar penguraian masalah (*decomposition*), perbandingan berpasangan (*comparative judgement*), sintesa prioritas (*synthesis of priority*) dan konsistensi logis (*logical consistency*) dari persepsi pakar yang dianggap ahli dalam bidang kebencanaan, sehingga dihasilkan bobot dari masing-masing elemen yang diteliti (Saaty 2008 dalam Hidayah *et al*. 2017). AHP dinilai sangat baik sebagai sebuah sistem pembuat keputusan karena menggunakan kognisi manusia dalam menentukan kepentingan relatif dari beberapa alternatif tersedia (Orencio and Fujii 2013). Pada penerapannya, metode AHP memiliki beberapa tahapan meliputi 1) penyusunan matriks timbal balik; 2) uji konsistensi; 3) penetapan prioritas; dan 4) penggabungan data (Saaty and Vargas 2012). Semua langkah tersebut dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Expert Choice* 11.

Setelah data dari masing-masing responden dianalisa, kemudian dilakukan pengombinasian dari data tersebut dengan mencari *Geometric Mean* dari seluruh data yang telah dianalisa. *Geometric Mean* adalah nilai rata-rata dari semua data dalam suatu sampel yang didapatkan dengan cara mengalikan semua nilai kemudian mengakarpangkatkannya. Tujuannya untuk mengombinasikan seluruh data yang telah didapat dari masing-masing responden, sehingga menjadi bobot yang akan digunakan untuk tahap selanjutnya. Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam mencari *Geometric Mean* (**Persamaan 1**).

$$GM = \sqrt[n]{(X_1)(X_2)\ldots.(X_n)} \quad \ldots\ldots(1)$$

Keterangan:

GM	:	*Geometric Mean*	X_2	:	Responden Kedua
X_1	:	Responden pertama	X_n	:	Responden ke-n

Langkah selanjutnya adalah untuk mendapatkan urutan prioritas dari masing-masing variabel yakni didekati dengan menggunakan rumus Sturgess seperti pada **Persamaan 2**.

$$i = \frac{Xi - Xj}{n} \quad \ldots\ldots(2)$$

Keterangan:

I	:	Interval kelas	Xj	:	Indeks minimum
Xi	:	Indeks maksimum	n	:	Jumlah kelas

Hasil interval ini digunakan untuk menentukan rentang nilai dari tiga kategori (cukup penting, penting dan sangat penting). Perhitungan untuk menentukan rentang nilai pada masing-masing kategori disampaikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Penentuan rentang nilai pada masing-masing kategori.

Kategori	Rumus
Cukup penting	(nilai terendah) sampai (nilai terendah + *i*)
Penting	(nilai terendah + *i*) sampai (nilai terendah + *i* + *i*)
Sangat penting	(nilai terendah + *i* + *i*) sampai nilai tertinggi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan RTRW Kota Batu Tahun 2010-2030 yang tercantum dalam PerDa Kota Batu Nomor 7 Tahun 2011, Kelurahan Temas termasuk dataran tinggi berbukit dengan ketinggian 900 mdpl, memiliki kisaran suhu udara 25-35°C, serta kemiringan lahan sebesar 25-40% dan >40%. Jumlah penduduk di Kelurahan Temas sebanyak 18.081 jiwa, terdiri dari penduduk laki-laki sejumlah 9.130 jiwa dan penduduk perempuan sejumlah 8.951 jiwa (BPS Kota Batu 2020).

Wilayah penelitian yaitu permukiman Temas merupakan kawasan permukiman di bantaran sungai. Mata pencaharian penduduk dominan adalah bertani karena potensi lahan yang subur di daerah ini. Bangunan rumah tinggal banyak terdapat di dekat lahan pertanian yang terletak di bantaran sungai dengan tingkat ancaman longsor sedang. Apabila terjadi longsor, kerentanan fisik dan sosial ekonomi menjadi penting untuk dinilai. Oleh karenanya, perlu penilaian terhadap elemen fisik permukiman terkait dengan bangunan dan jaringannya. Penilaian dari para ahli terhadap elemen fisik permukiman dikaitkan dengan tingkat kepentingannya (**Tabel 4**), hal ini guna menentukan prioritas penanggulangan sebagai permukiman tangguh longsor.

Tabel 4. Hasil penilaian terhadap elemen bangunan-jaringan dan tingkat kepentingannya.

No	Variabel	BPBD	DPKPP	Tokoh Masyarakat
1.	Elemen bangunan (*shells*)			
a.	Pondasi	0,321	0,282	0,289
b.	Denah/Bentuk Bangunan	0,100	0,042	0,103
c.	Desain Struktur	0,287	0,137	0,297
d.	Lokasi	0,255	0,484	0,246
e.	Atap	0,037	0,055	0,046
	Consistency Ratio (CR)	0,01	0,02	0,07
2.	Elemen jaringan (*networks*)			
a.	Jalan	0,273	0,093	0,335
b.	Air Bersih	0,115	0,263	0,164
c.	Drainase	0,496	0,366	0,382
d.	Air Kotor	0,048	0,166	0,055
e.	Persampahan	0,068	0,111	0,064
	Consistency Ratio (CR)	0,08	0,02	0,04

Keterangan :

= Sangat penting = Penting = Cukup penting

Rekapitulasi hasil pada **Tabel 4** seluruhnya dihasilkan dari penggunaan aplikasi *Expert Choice* 11. Tingkat kepentingan elemen bangunan (*shell*s) memiliki perbedaan nilai dari setiap ahli. Berdasarkan penilaian BPBD Kota Batu, variabel paling penting adalah pondasi dengan bobot 0,321 karena pondasi yang tidak menyentuh tanah keras kekuatannya menjadi tidak maksimal dan mudah goyah apabila terjadi pergerakan tanah. Menurut DPKPP Kota Batu, variabel paling penting adalah lokasi bangunan dengan bobot 0,484 karena bangunan yang berada pada kawasan rawan bencana dan tidak sesuai rencana tata guna lahan sangat tidak dianjurkan, sehingga disarankan untuk relokasi ke tempat yang aman (sesuai dengan rencana tata guna lahan setempat). Pendapat dari tokoh masyarakat setempat, variabel paling penting yaitu struktur dinding dari batu bata dengan bobot 0,297. Menurut SNI 03-1733-2004 (BSN 2004), elemen paling penting pada bangunan adalah struktur kolom balok dengan material beton karena berfungsi sebagai pengikat antar unsur bangunan.

Pada elemen jaringan (*networks*), variabel paling penting menurut para ahli adalah drainase sebesar 0,496 (BPBD), 0,366 (DPKPP) dan 0,382 (tokoh masyarakat setempat). Secara umum, drainase dianggap sangat penting karena bisa mencegah terjadinya genangan air hujan di dalam tanah. Bila konsentrasi air di dalam tanah tinggi, maka daya serap tanah menjadi jenuh, sehingga bisa meningkatkan potensi longsor. Hasil penggabungan data dengan uji konsistensi menunjukkan nilai CR *(consistency ratio)* AHP pada elemen bangunan dan jaringan sebesar <0,1 atau kurang dari 10 %, sehingga tergolong konsisten dan valid (Saaty 2008).

Setelah hasil analisis data dari masing-masing responden diketahui, maka dilakukan penggabungan data. Setelah perbandingan tingkat kepentingan antar variabel diketahui, maka data dikategorisasikan dan diurutkan prioritasnya berdasarkan bobot yang didapatkan. Hasil penilaian menunjukkan bahwa nilai tertinggi berada pada elemen drainase dengan nilai 0,439, sedangkan elemen dengan nilai terendah elemen atap bangunan sebesar 0,053. Berdasarkan nilai tertinggi dan terendah tersebut, selanjutnya ditentukan interval untuk tiap kategori. Nilai interval dihitung dengan rumus Sturgess yang menghasilkan nilai interval (*i*) sebesar 0,128. Hasil interval ini digunakan untuk menentukan rentang nilai dari tiga kategori (cukup penting, penting dan sangat penting). Rentang nilai yang didapatkan pada masing-masing kategori adalah 0,053-0,181 (cukup penting), 0,181-0,309 (penting) dan 0,309-0,439 (sangat penting).

Setelah data dari masing-masing responden dianalisa, kemudian dilakukan pengombinasian dari data-data tersebut. Hasilnya menunjukkan bahwa variabel utama dan terpenting pada elemen bangunan adalah pondasi (bobot 0,330). Kemudian urutan kedua adalah lokasi bangunan (bobot 0,297), ketiga elemen desain struktur (bobot 0,246) dan urutan terakhir adalah atap (bobot 0,053).

Pada elemen *networks* (jaringan), variabel utama dan terpenting adalah drainase (bobot 0,439). Selanjutnya urutan kedua adalah jaringan jalan (bobot 0,210), urutan ketiga adalah jaringan air bersih (bobot 0,190) dan urutan terakhir adalah jaringan air kotor (bobot 0,078). Hasil pemeringkatan secara lengkap disajikan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Hasil pemeringkatan variabel untuk permukiman tangguh bencana longsor di Kelurahan Temas, Kota Batu.

No.	Elemen yang diteliti	Bobot	Peringkat	Kategori
1.	Elemen bangunan (*shell*s)			
a.	Pondasi	0,330	1	Sangat penting
b.	Denah/Bentuk Bangunan	0,074	4	Cukup penting
c.	Desain Struktur	0,246	3	Penting
d.	Lokasi	0,297	2	Penting
e.	Atap	0,053	5	Cukup penting
Inkonsistensi: 0,06				
2.	Elemen jaringan (*networks*)			
a.	Jalan	0,210	2	Penting
b.	Air Bersih	0,190	3	Penting
c.	Drainase	0,439	1	Sangat Penting
d.	Air Kotor	0,078	5	Cukup Penting
e.	Persampahan	0,084	4	Cukup Penting
Inkonsistensi: 0,03				

Sintesis terhadap pedoman teknis Departemen PU (2006) dan penelitian terdahulu dijelaskan pada pembahasan berikut.

1) Elemen bangunan (*shell*s)

a. Pondasi bangunan.

Berdasarkan Pedoman Teknis Bangunan Tahan Gempa (Departemen PU 2006), variabel pondasi harus ditempatkan di tanah keras, dihindari penempatannya pada sebagian tanah keras dan sebagian tanah lunak, memiliki bentuk simetris dan tidak bertangga atau berundak. Berdasarkan hasil identifikasi, sebagian besar bangunan menggunakan pondasi batu kali dengan kedalaman kurang lebih 30-50 cm dan jenis pondasi dibuat menerus dengan tanah yang diratakan dahulu, sehingga terancam mengalami patahan apabila tidak menyentuh tanah keras karena kekuatan pondasi kurang maksimal dan mudah goyah saat terjadi pergerakan tanah. Adaptasi bangunan pada struktur bawah adalah melalui peninggian *sloof* dan lantai yang dilakukan sebagai bentuk adaptasi fisik dari ancaman bencana (Utami *et al*. 2014). Pondasi termasuk prioritas pertama dengan kategori sangat penting (0,330).

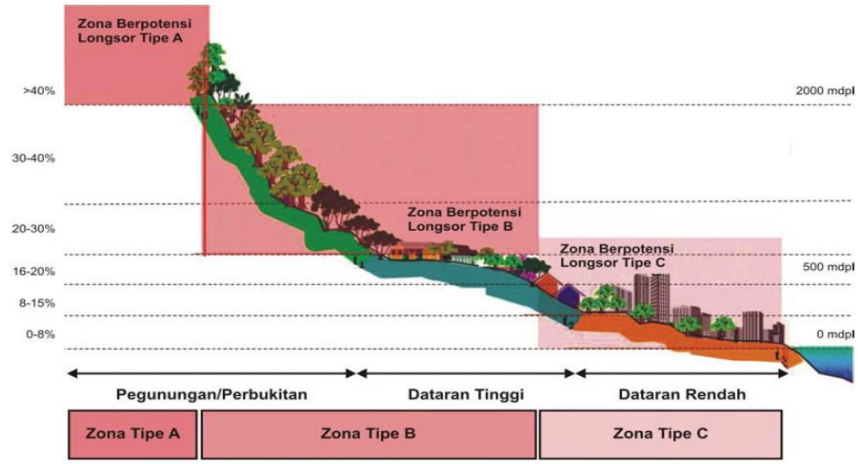
b. Denah/bentuk bangunan

Berdasarkan Pedoman Teknis Bangunan Tahan Gempa (Departemen PU 2006), bentuk dan ukuran bangunan sebaiknya sederhana. Apabila bangunan

terlalu panjang, maka perlu dilakukan diletasi. Berdasarkan hasil identifikasi, bentuk bangunan pada umumnya sederhana, berbentuk persegi atau persegi panjang, sehingga tidak dibutuhkan diletasi. Oleh karenanya, denah bangunan termasuk prioritas keempat dengan kategori cukup penting (0,074).

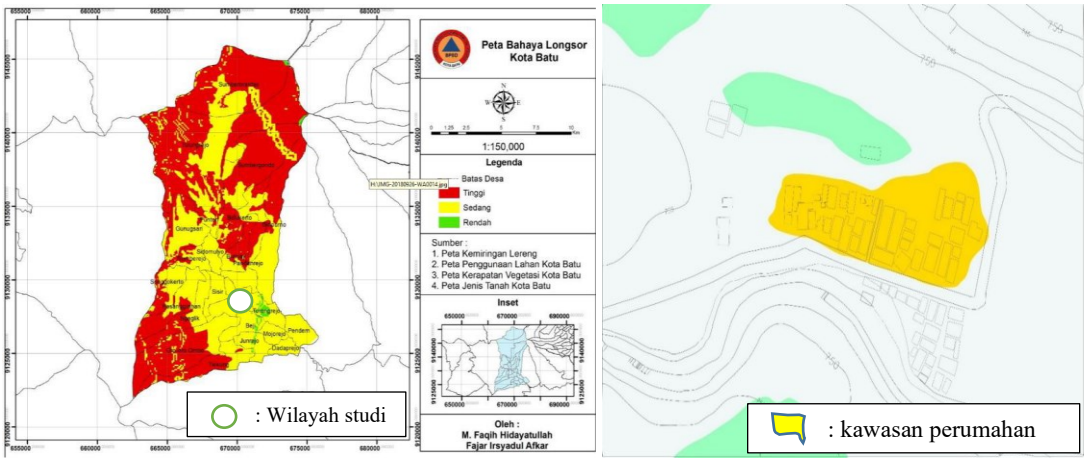
c. Lokasi bangunan

Berdasarkan pedoman PerMenPU Nomor 22 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor, zona berpotensi longsor memiliki tiga tipe yaitu tipologi A (kemiringan >40%), tipologi B (kemiringan antara 20-40%) dan tipologi C (kemiringan antara 0-20%) (Suhandoko 2012) seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**. Parameter rawan bencana longsor menurut Hidayah *et al*. (2017) adalah elevasi, kemiringan lereng, aspek lereng, geologi, tekstur tanah, kelurusan, jarak dari jalan, jarak dari sungai, curah hujan dan penutupan lahan. Lokasi bangunan harus berdiri di atas tanah stabil dan memiliki kontur yang tidak curam. Bangunan yang didirikan harus sesuai peruntukkannya sebagai area permukiman mengacu pada Rencana Tata Guna Lahan Kota Batu.



Gambar 2. Tipologi zona rawan longsor.
(PerMenPU Nomor 22 Tahun 2007)

Berdasarkan hasil identifikasi, bangunan-bangunan di Kelurahan Temas berada di topografi dengan kemiringan antara 25-40% (kategori zona B dengan tingkat kerawanan sedang) dan termasuk kawasan rawan bencana longsor tingkat sedang berdasarkan RTRW Kota Batu Tahun 2010-2030 (**Gambar 3**). Pada area kategori B dengan tingkat kerawanan sedang tidak layak untuk dibangun sebuah pusat hunian atau permukiman. Oleh karenanya, variabel lokasi bangunan termasuk prioritas kedua dengan kategori penting (0,297).



Gambar 3. Peta bahaya longsor dan tata guna lahan.
(BPBD Kota Batu 2018)

d. Desain struktur bangunan.

Berdasarkan Pedoman Teknis Bangunan Tahan Gempa (Departemen PU 2006), desain struktur dianjurkan menggunakan jenis struktur *rigid frame* (rangka kaku) dengan daktilitas yang baik (material maupun strukturnya), sehingga memiliki daya tahan terhadap kerusakan. Berdasarkan hasil identifikasi, sebagian besar bangunan menggunakan dinding batu bata dengan kolom beton sebagai struktur utama. Material dinding sebagian menggunakan bata ringan dan anyaman bambu. Oleh karenanya, variabel desain struktur bangunan termasuk prioritas ketiga dengan kategori penting (0,246).

e. Atap bangunan

Berdasarkan Pedoman Teknis Bangunan Tahan Gempa (Departemen PU 2006), struktur atap kuda-kuda minimal terbuat dari material kayu berkualitas baik, tua, kering, tidak bercacat pecah dan tidak terdapat kayu mudanya (*spint*). Berdasarkan hasil identifikasi, sebagian besar struktur atap kuda-kuda terbuat dari material kayu dan untuk penutup atap genteng terbuat dari tanah liat. Beberapa bangunan ditemukan memiliki kuda-kuda kayu yang telah nampak rapuh karena usia. Oleh karenanya, variabel atap termasuk elemen prioritas kelima dengan kategori cukup penting (0,053).

2) Elemen jaringan (*networks*)

a. Jalan

Kondisi faktual jalan sebagai jalan lokal memiliki dimensi perkerasan 5 m dan bahu jalan 1,50 m, tidak tersedia pedestrian dan tidak tersedia trotoar. Lebar perkerasan jalan ini maksimal hanya dapat dilalui oleh satu kendaraan minibus. Akses tidak terhubung menuju jalan kota, sehingga akses kendaraan terbatas khususnya untuk evakuasi bila terjadi bencana longsor. Hal tersebut belum

sesuai dengan dimensi menurut SNI 03-1733-2004 tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan (BSN 2004). Cakupan pelayanan minimal menghubungkan permukiman dengan jalan lokal sekunder I dan terhubung dengan jalan lingkungan I atau menghubungkan antar rumah dalam permukiman. Oleh karenanya, variabel jalan termasuk elemen jaringan prioritas kedua dengan kategori penting (0,210).

b. Air bersih

Sumber air bersih berasal dari mata air setempat dengan distribusi melalui Sistem Penyediaan Air Minum Bukan Jaringan Perpipaan (SPAM BJP) atau swadaya masyarakat untuk satu Rukun Warga (RW). Sistem ini menggunakan tandon air untuk penampungan sementara di lingkungan RW, kemudian dialirkan dengan pemipaan sederhana yang dipasang di atas tanah menggunakan PVC tanpa perlindungan GIP atau *fiber glass*. Sumber air bersih bisa memenuhi kebutuhan masyarakat dengan standar minimal 60 liter/orang/hari. Oleh karenanya, variabel air bersih termasuk elemen jaringan prioritas ketiga dengan kategori penting (0,190).

c. Drainase

Drainase dari rumah-rumah dialirkan ke selokan terbuka di tepi jalan dengan lebar 30 cm dan kedalaman 30 cm. Drainase ini menjadi penting karena berfungsi untuk mengalirkan air hujan menuju penerima air (sungai). Oleh karenanya, variabel drainase termasuk elemen jaringan prioritas pertama dengan kategori sangat penting (0,439).

d. Air kotor

Jenis sistem pengelolaan dapat berupa sistem terpusat atau sistem pengelolaan setempat. Berdasarkan hasil identifikasi, air kotor dan air sisa dialirkan menuju selokan, sedangkan limbah kotoran ditampung menuju *septic-tank* terpusat yang telah ada di permukiman. Oleh karenanya, variabel air kotor termasuk elemen jaringan prioritas kelima dengan kategori cukup penting (0,078).

e. Persampahan

Pemilahan sampah dilakukan dengan menggunakan bak sampah atau kontainer sampah. Berdasarkan hasil identifikasi, tidak ditemukan pemilahan di masing-masing rumah. Sampah dari rumah ditampung di tong sampah pribadi, kemudian diangkut dengan gerobak sampah yang dilakukan setiap dua hari sekali menuju tempat penampungan sampah terpadu (TPST) Kelurahan Temas dan selanjutnya diangkut ke TPA Tlekung, Kecamatan Junrejo, Kota Batu untuk diproses lebih lanjut. Oleh karenanya, variabel pengelolaan persampahan permukiman dinilai cukup penting (bobot 0,084), sehingga menjadi prioritas keempat.

Secara holistik, perilaku membangun rumah oleh "*man*" (manusia-masyarakat) berperan besar dalam menentukan tinggi-rendahnya ancaman bencana. Sementara lokasi yang sudah "*given*" memiliki topografi variatif antara 25-40%. Bangunan dan jaringan sebagai implementasi adaptasi "*man*" seyogyanya mempertimbangkan tingkat kerentanan fisik alam (*nature)*, selain mengikuti pula penetapan tata guna lahan di kawasan tersebut. Hal ini sebagai upaya untuk mengurangi tingkat risiko longsor dari kategori sedang menjadi kategori rendah, khususnya untuk Kelurahan Temas. Namun, hal ini sangat bergantung pada kapasitas masyarakat dan pemerintah daerah dalam mewujudkan permukiman yang tangguh bencana.

4. KESIMPULAN

Urutan prioritas permukiman tangguh bencana longsor dengan menggunakan AHP, khusus Kelurahan Temas, Kota Batu adalah:

a. Urutan prioritas penanganan elemen bangunan yaitu : 1) Pondasi bangunan (Sangat penting); 2) Lokasi bangunan (Penting); 3) Desain struktur bangunan (Penting); 4) Denah/bentuk bangunan (Cukup penting); 5) Atap bangunan (Cukup penting).
b. Urutan prioritas penanganan elemen jaringan, yaitu :1) Drainase (Sangat penting); 2) Jalan (Penting); 3) Air bersih (Penting); 4) Persampahan (Cukup penting); 5) Air kotor (Cukup penting).

Hasil pemeringkatan ini dapat digunakan sebagai bahan perencanaan untuk penentuan prioritas permukiman menuju tangguh bencana longsor. Hasil urutan dari metode AHP ini masih selaras dengan Pedoman Teknis Bangunan Tahan Gempa.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Badan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat - Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, BPBD Kota Batu, warga dan tokoh masyarakat Kampung Temas, serta para ahli yang terlibat aktif dalam penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

[BPBD] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Batu. 2018. Rencana strategis BPBD Kota Batu 2017-2022. BPBD Kota Batu. Batu.

[BPS] Badan Pusat Statistik Kota Batu. 2020. Kota Batu dalam angka 2020. BPS Kota Batu. Batu.

[BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 03-1733-2004: tata cara perencanaan lingkungan perumahan di perkotaan. BSN. Jakarta

[Departemen PU] Departemen Pekerjaan Umum. 2006. Pedoman teknis bangunan tahan gempa. Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen PU. Jakarta.

Doxiadis CA. 1968. EKISTICS: an introduction to the science of human settlements. Hutchinson of London. London.

Lee YJ, Burton H and Lallemant D. 2018. Adaptive decision framework for civil infrastructure expose to evolving risks [Proceeding]. Procedia Engineering 212(2018):435-442.

Lessard G. 1998. An adaptive approach to planning and decision-making. Landscape and Urban Planning 40(1-3):81-87.

Hidayah A, Paharuddin dan Massinai MA. 2017. Analisis rawan bencana longsor menggunakan metode AHP (analytical hierarchy process) di Kabupaten Toraja Utara. Jurnal Geocelebes 1(1):1-4.

Hidayati Z dan Noviana M. 2016. Penanganan preventif terhadap ancaman tanah longsor di permukiman Bukit Selili-Samarinda. Tesa Arsitektur 14(2):73-86.

Jaswadi, Rijanta R dan Hadi MP. 2012. Tingkat kerentanan dan kapasitas masyarakat dalam menghadapi risiko banjir di Kecamatan Pasarkliwon Kota Pasuruan. Majalah Geografi Indonesia 26(2):119-148.

Komac M. 2006. A landslide susceptibility model using the analytical hierarchy process method and multivariate statistics in perialpine Slovenia. Geomorphology 74(1-4):17-28.

Orencio PM and Fujii M. 2013. A localized disaster-resilience index to assess coastal communities based on an analytical hierarchy process (AHP). International Journal of Disaster Risk Reduction 3:62-75.

Osvaldo DP and Pangemanan SS. 2016. Analytical hierarchy process (AHP) approach on consumer preference in selecting restaurant (study: Cabal Dining, JW Restaurant and Jungle Beer. Jurnal EMBA 4(2):568-577.

PerDa (Peraturan Daerah) Kota Batu Nomor 7 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Batu Tahun 2010-2030.

PerMenPU (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum) Nomor 22 Tahun 2007 tentang penataan ruang kawasan rawan bencana longsor.

Rema YMM, Setijawan A dan Widodo WHS. 2018. Zonasi kawasan berdasarkan tingkat risiko bencana tanah longsor di Kota Batu [Skripsi]. Institut Teknologi Nasional Malang. Malang.

Saaty TL. 2008. The analytic Hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation, advanced book program. McGraw-Hill. Pittsburgh.

Saaty TL and Vargas LG. 2012. Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process. Springer US. New York.

Sudamara Y, Sompie BF dan Mandagi RJM. 2012. Optimalisasi penanggulangan bencana banjir di Kota Manado dengan metode AHP (analytical hierarchy process). Jurnal Ilmiah Media Engineering 2(4):232-237.

Suhandoko SHE. 2012. Kajian penataan ruang kawasan rawan bencana longsor Kecamatan Somagede Kabupaten Banyumas [Tesis]. Magister Teknik Pengelolaan Bencana Alam, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Utami DANA dan Asna IM. 2019. Perencanaan lanskap permukiman berbasis mitigasi bencana longsor di Kecamatan Kintamani Kabupaten Bangli. Jurnal Ilmiah TELSINAS 2(2):15-23.

Utami SA, Soemarno, Surjono and Bisri M. 2014. Disaster risk and adaptation of settlement along the River Brantas in the context of sustainable development, Malang, Indonesia [Proceeding]. Procedia Environmental Sciences 20(2014):602-611.