

Penentuan Lokasi *Flood Shelter* Menggunakan Analisis *Spatial Multi Criteria Evaluation* (SMCE) (Studi Kasus : Kota Batu, Provinsi Jawa Timur)

Muhammad Hafizh Muzaky, Agung Budi Cahyono, dan Nurwati
 Departemen Teknik Geomatika, Insitut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: agungbc@geodesy.its.ac.id

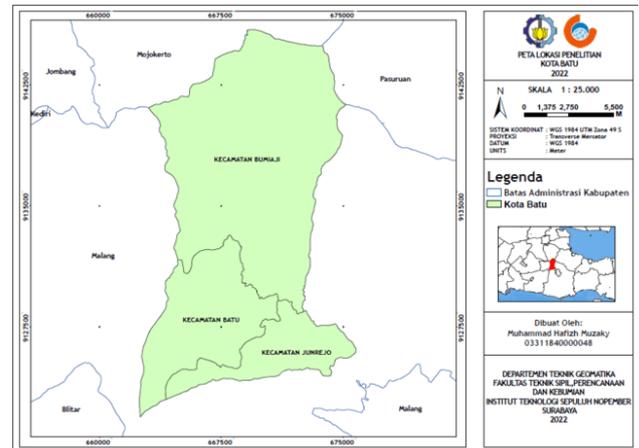
Abstrak—Kota Batu memiliki potensi terjadinya bencana yang cukup besar. Pada bulan November 2021 terjadi banjir bandang di Kota Batu dan memakan 7 korban jiwa . Banjir bandang di Kota Batu diketahui telah berdampak di 5 desa di Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Salah satu upaya mitigasi bencana yang dapat dilakukan adalah membangun *flood shelter*. *Flood shelter* merupakan bangunan tempat tinggal sementara bagi korban banjir ketika bencana banjir tiba. Diperlukan analisis spasial untuk menentukan kesesuaian lokasi *flood shelter* di Kota Batu. Dalam Penelitian ini digunakan Metode *Spatial Multi Criteria Evaluation* (SMCE) dalam menentukan kesesuaian lokasi *flood shelter* di Kota Batu. SMCE merupakan jenis metode pendukung yang menggabungkan SIG dan AHP untuk mengidentifikasi dan memberi peringkat berbagai parameter yang mengindikasikan wilayah pemilihan lokasi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh bobot parameter jarak sungai yaitu 0,296, parameter jarak jalan yaitu 0,187, parameter kemiringan lereng yaitu 0,174, parameter curah hujan yaitu 0,151, parameter jarak yaitu permukiman 0,107 dan parameter guna lahan yaitu 0,085. Berdasarkan hasil analisis *spatial multi criteria evaluation* dan setelah dilakukan perhitungan luas pada setiap kelas kesesuaian, Kota Batu memiliki area dengan kesesuaian sangat tinggi seluas 1505.58 ha, area dengan kesesuaian menengah seluas 8433.5 ha, dan area dengan kesesuaian rendah seluas 432.4 ha. Kota Batu lebih di dominasi oleh wilayah dengan kesesuaian tinggi yaitu seluas 9545.18 ha. Berdasarkan hasil analisis *location allocation* yang dilakukan dalam menentukan kesesuaian lokasi *flood shelter* di Kota Batu, didapatkan 5 rencana *flood shelter* yang terpilih yaitu antara lain rencana *shelter* Sumberbrantas 1, rencana *shelter* Punten 1, rencana *shelter* Sisir 3, rencana *shelter* Junrejo 1, dan rencana *shelter* Pendem 1. Rencana *flood shelter* Punten 1 merupakan lokasi yang paling strategis dan dapat diakses dari 17 titik rawan banjir yang ada di Kota Batu.

Kata Kunci—*Spatial Multi Criteria Evaluation*, *Flood Shelter*, *Location Allocation*.

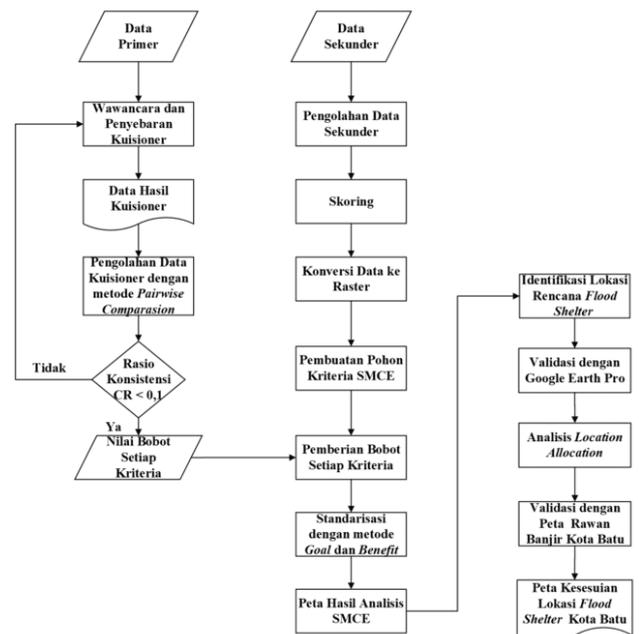
I. PENDAHULUAN

KOTA Batu merupakan salah satu wilayah yang memiliki dataran tinggi yang ada di Jawa Timur. Kota Batu memiliki luas wilayah 199,09 Km² yang terbagi menjadi 3 kecamatan yakni Bumiaji, Batu, dan Junrejo. Kota Batu yang terletak 800 meter diatas permukaan air laut, dengan kondisi topografi pegunungan dan perbukitan tersebut menjadikan kota Batu terkenal sebagai daerah dingin. Kota Batu memiliki potensi terjadinya bencana yang cukup besar, bencana alam yang terjadi di Kota Batu pada tahun 2020 antara lain tanah longsor sebanyak 59 kejadian, angin kencang sebanyak 21 kejadian, dan banjir sebanyak 25 kejadian [1].

Salah satu cara mengurangi bahaya banjir di negara berkembang yang berpenduduk padat adalah dengan membangun tempat perlindungan banjir (*flood shelter*) di daerah yang sangat rawan banjir. *Flood shelter* dapat



Gambar 1. Lokasi Penelitian.



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Data

dianggap sebagai struktur beton tinggi di mana masyarakat yang terkena dampak banjir dapat berlindung selama peristiwa hidrologi ekstrim [2]. *Flood shelter* merupakan bangunan sementara yang digunakan ketika bencana banjir tiba, dengan tujuan untuk meminimalisir kerugian material serta korban yang jatuh akibat bencana banjir Selain itu, *flood shelter* merupakan salah satu alternatif penanganan bencana banjir yang dinilai lebih efektif daripada normalisasi sungai yang memakan biaya dan waktu yang tidak sedikit [3]. Negara-negara berkembang, seperti Indonesia, sering menghadapi masalah ekonomi terkait masalah mengalokasikan dana yang berharga untuk menutupi

Tabel 1.
Hubungan Parameter dan Data Sekunder

Parameter	Data Sekunder
Jarak Sungai	Peta Jarak Terhadap Sungai
Jarak Jalan	Peta Jarak Terhadap Jalan
Kemiringan Lereng	Peta Kemiringan Lereng
Curah Hujan	Peta Curah Hujan
Jarak Permukiman	Peta Jarak Terhadap Permukiman
Guna Lahan (<i>Landuse</i>)	Peta Guna Lahan

Tabel 2.
Nilai Skor dari Parameter Kemiringan Lereng

No	Kemiringan Lereng (%)	Skor
1	>55	5
2	25-55	4
3	13-25	3
4	6-13	2
5	0-6	1

Tabel 3.
Nilai Skor dari Parameter Guna Lahan (*Landuse*)

No	Kelas	Skor
1	RTH	5
2	Permukiman	4
3	Kawasan Industri	3
4	Pertanian	2
5	Hutan	1
6	Lain-lain	0

Tabel 4.
Nilai Skor dari Parameter Curah Hujan

No	Curah Hujan (mm/tahun)	Skor
1	0 - 1000	5
2	1000 - 2000	4
3	2000 - 2500	3
4	2500 - 3000	2
5	> 3000	1

Tabel 5.
Nilai Skor dari Parameter Jarak Jalan

No	Jarak Buffer	Skor
1	0 – 500m	4
2	500 – 1000m	3
3	1000 – 2000m	2
4	2000 – 2500 m	1
5	>2500 m	0

berbagai aspek pengelolaan banjir. Oleh karena itu, masalah penempatan tempat penampungan banjir menjadi sangat penting. Faktor ini menempatkan penelitian saat ini dengan baik dalam lingkup analisis lokasi optimal berbasis SIG [2].

Untuk mengidentifikasi pemilihan lokasi flood shelter di Kota Batu, peta kesesuaian lokasi *flood shelter* di Kota Batu dapat dibangun berdasarkan sistem fisik dan ekologi di lingkungan dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Terdapat beberapa metode untuk pembuatan peta kesesuaian lokasi *flood shelter* misalnya, metode *Spatial Multi-Criteria Evaluation* (SMCE) yang menimbang berbagai parameter secara logis, telah diterapkan dalam beberapa penelitian karena 80% dari data yang digunakan oleh pembuat keputusan terkait secara geografis menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG menyediakan informasi yang lebih banyak dan lebih baik untuk situasi pengambilan keputusan [4].

Tabel 6.
Nilai Skor dari Parameter Jarak Permukiman

No	Jarak Buffer	Skor
1	0 – 10 m	4
2	10 – 250 m	3
3	250 – 500 m	2
4	500 – 1000 m	1
5	>1000 m	0

Tabel 7.
Nilai Skor dari Parameter Jarak Sungai

No	Jarak Buffer	Skor
1	> 250 m	4
2	150 – 250 m	3
3	50 – 150 m	2
4	0 – 50 m	1

Tabel 8.
Bobot Tiap Parameter

No	Parameter	Bobot
1	Jarak Sungai	0.296
2	Jarak Jalan	0.187
3	Kemiringan Lereng	0.174
4	Curah Hujan	0.151
5	Jarak Permukiman	0.107
6	Guna Lahan	0.085

Tabel 9.
Kelas Nilai Kesesuaian

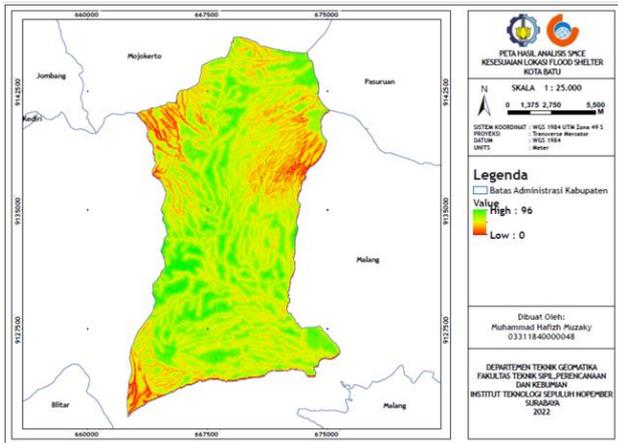
No	Nilai Kesesuaian	Keterangan
1	0 – 24	Kesesuaian Rendah
2	24 – 48	Kesesuaian Menengah
3	48 – 72	Kesesuaian Tinggi
4	72 – 96	Kesesuaian Sangat

Tabel 10.
Hubungan Lokasi *Flood Shelter* dan Titik Rawan Banjir

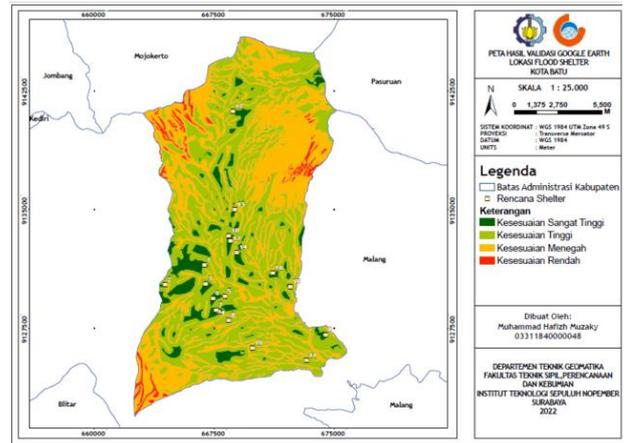
No	<i>Flood Shelter</i> (<i>Facilities</i>)	Titik Rawan Banjir (<i>Demand id</i>)
1	Sumberbrantas_1	11, 21, 31, 40
2	Punten_1	2, 3, 4, 5, 8, 9, 12, 13, 19, 25, 32, 35, 38, 39, 41, 43, 44
3	Sisir_3	10, 14, 15, 16, 17, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 42
4	Junrejo_1	18, 22, 23, 24, 36, 37, 45
5	Pendem_1	1, 6, 7, 20

Selanjutnya, metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang memungkinkan pendekatan kualitatif dan kuantitatif untuk memecahkan masalah keputusan yang kompleks. AHP membantu menentukan bobot numerik yang mewakili kepentingan relatif dari berbagai faktor yang digunakan untuk model kerawanan banjir [5], metode berikutnya adalah metode analisis statistik salah satunya ialah metode *Simple Moving Average* (SMA) yang digunakan untuk melakukan prediksi curah hujan dan penggunaan lahan untuk memperoleh hasil akhir dalam sistem pendukung keputusan prediksi tingkat kerawanan banjir [6].

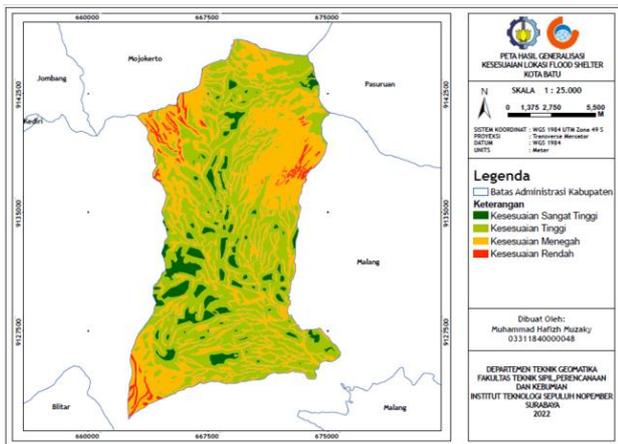
Penelitian ini menggunakan metode SMCE dikarenakan metode ini merupakan jenis metode pendukung yang menggabungkan SIG dan AHP untuk mengidentifikasi dan memberi peringkat berbagai parameter yang mengindikasikan wilayah pemilihan lokasi [7]. Metode SMCE digunakan dalam pengambilan keputusan, sedangkan dalam menentukan bobot untuk setiap parameter digunakan metode *pairwise comparison* atau perbandingan



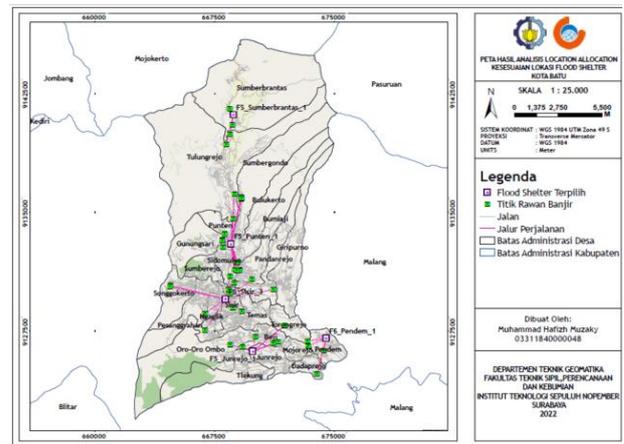
Gambar 3. Peta Hasil Analisis SMCE.



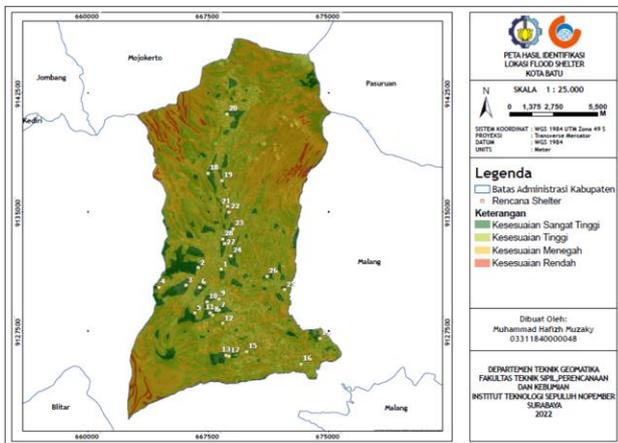
Gambar 6. Peta Hasil Validasi Google Earth.



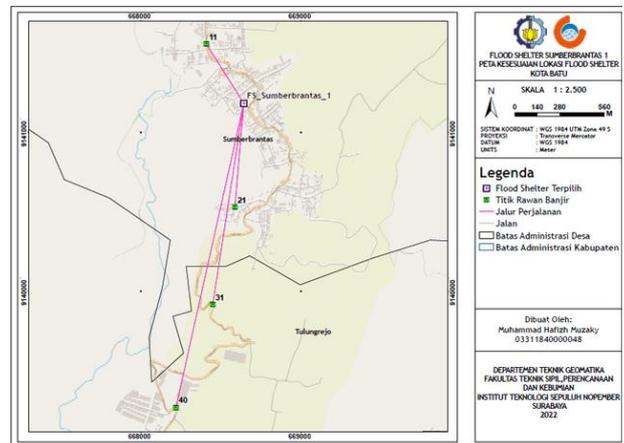
Gambar 4. Peta Hasil Generalisasi.



Gambar 7. Peta Hasil Analisis Location Allocation.



Gambar 5. Peta Hasil Identifikasi Lokasi Flood Shelter.



Gambar 8. Rencana Lokasi Flood Shelter Sumberbrantas 1.

berpasangan. Penggabungan kedua metode dalam SMCE diharapkan dapat menghasilkan peta kesesuaian lokasi yang akurat. Berdasarkan penelitian Shahabi dan Hashim [8] yang membandingkan penggunaan metode SMCE dengan AHP dalam zonasi kerentanan tanah longsor, diketahui bahwa tingkat akurasi peta setelah dilakukan validasi metode SMCE memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dibandingkan metode AHP, di mana akurasi metode SMCE sebesar 96% sedangkan AHP sebesar 91%.

Dengan demikian perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kesesuaian lokasi *flood shelter* di Kota Batu. Penelitian ini dapat memberikan informasi dalam pemilihan lokasi *flood shelter* dengan menggunakan metode *Spatial Multi Criteria Evaluation* (SMCE) yang dapat memberikan informasi secara aktual sesuai dengan kriteria yang ada.

II. METODOLOGI PENELITIAN

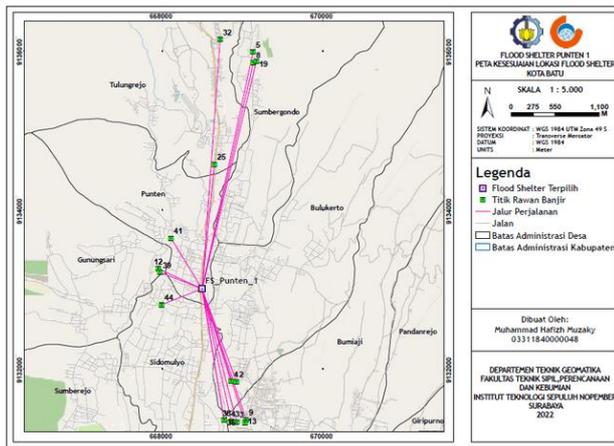
A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Kota Batu, Jawa Timur. Secara astronomis Kota Batu terletak pada posisi $112^{\circ}17'10,90'' - 122^{\circ}57'11''$ Bujur Timur dan $7^{\circ}44'55,11'' - 8^{\circ}26'35,45''$ Lintang Selatan. Terdapat 3 kecamatan dengan total 24 desa atau kelurahan di Kota Batu. Lokasi penelitian yaitu Kota Batu ditunjukkan pada Gambar 1.

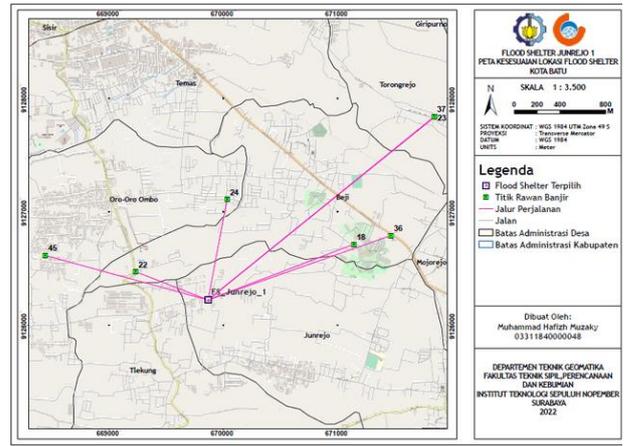
B. Data dan Peralatan

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

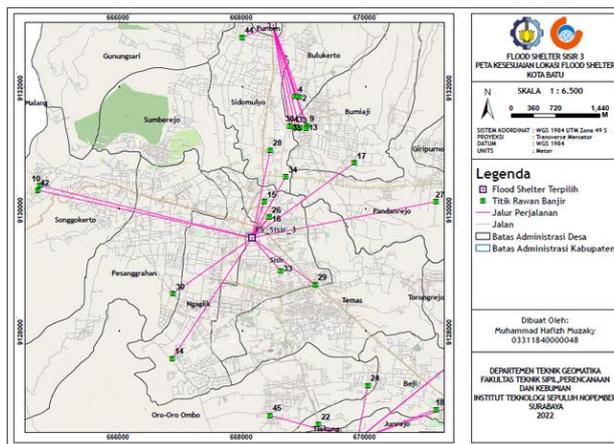
1. Data hasil pengisian kuesioner perbandingan berpasangan *Pairwise Comparison* menggunakan expert judgement



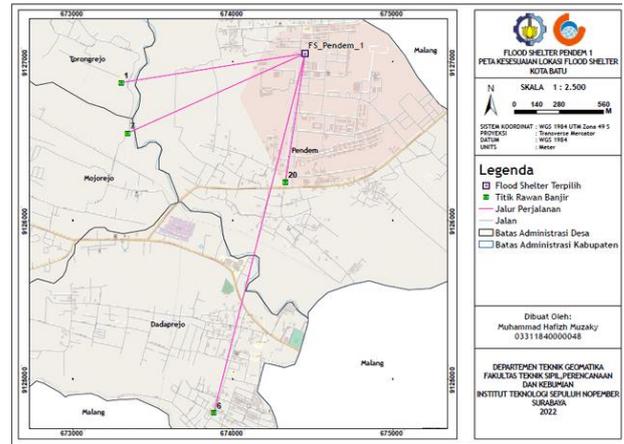
Gambar 9. Rencana Lokasi Flood Shelter Punten 1.



Gambar 11. Rencana Lokasi Flood Shelter Junrejo 1.



Gambar 10. Rencana Lokasi Flood Shelter Sisir 3.



Gambar 12. Rencana Lokasi Flood Shelter Pendem 1.

dengan responden mengacu kepada instansi BPBD Kota Batu

2. Peta Guna Lahan Kota Batu skala 1:25.000 tahun 2019
3. Peta Daerah Rawan Banjir Kota Batu skala 1:80.000 tahun 2019
4. Data *Digital Elevation Model* Kota Batu dengan resolusi spasial 0.27 *arcsecond* atau 8.1 meter
5. Data Curah Hujan Harian Kota Batu tahun 2021 dari Pos Curah Hujan (Ngaglik, Teman, Ngujung, dan Pendem)
6. *Shapefile* jaringan jalan Kota Batu skala 1:25.000
7. *Shapefile* daerah aliran sungai Kota Batu skala 1:25.000
8. Data Rekapitulasi Kejadian Bencana Alam Kota Batu Tahun 2019 – 2021.

Peralatan yang digunakan untuk pengolahan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut

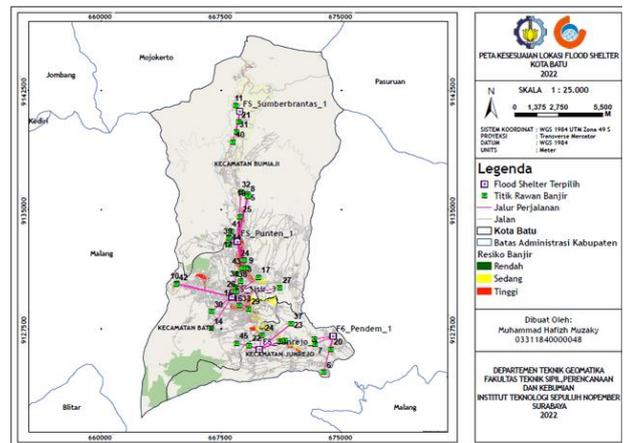
1. Laptop/PC
2. Perangkat lunak pengolah data spasial
3. Perangkat lunak pengolah data kuesioner
4. Microsoft Office 365.

C. Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data ditunjukkan pada Gambar 2, yaitu adalah sebagai berikut.

1) Pengolahan Data Primer

Kuesioner perbandingan berpasangan diberikan kepada 6 responden selaku *expert* agar hasil dapat diterima. 6 responden tersebut meliputi perwakilan dari Petugas Pusat Pengendalian Operasi Penanggulangan Bencana BPBD Kota Batu dan Tim Reaksi Cepat (TRC) BPBD Kota Batu.



Gambar 13. Peta Kesesuaian Lokasi Flood Shelter Kota Batu.

2) Pengolahan Data Sekunder

Data sekunder yang telah diolah kemudian dicocokkan dengan parameter yang digunakan untuk menentukan lokasi kesesuaian *flood shelter* di Kota Batu. Tabel 1 akan menjelaskan mengenai data sekunder yang mewakili parameter yang ada.

3) Skoring

Skoring merupakan pemberian skor terhadap tiap kelas di masing-masing parameter yang digunakan. Nilai skor dari masing-masing parameter ditunjukkan pada Tabel 2-7.

4) Konversi Data ke Raster

Data dengan format *shapefile* di-import ke *ilwis* dan disamakan sistem koordinatnya. Setelah semua data sudah

disamakan sistem koordinatnya, selanjutnya data diubah menjadi format data raster ilwis (.mpr).

5) Analisis SMCE

Analisis *Spatial Multi Criteria Evaluation* (SMCE) dilakukan untuk pengambilan keputusan dengan menggunakan kriteria spasial yang dikombinasikan dan diberi bobot untuk menentukan lokasi kesesuaian pembangunan *flood shelter* di Kota Batu. Hasil analisis *Spatial Multi Criteria Evaluation* (SMCE) berupa lokasi kesesuaian wilayah untuk rencana *flood shelter* di Kota Batu.

6) Identifikasi Lokasi Flood Shelter

Dari hasil analisis SMCE, dilakukan Identifikasi lokasi untuk membandingkan kondisi eksisting di lokasi perencanaan *shelter* dengan kriteria yang telah ada. Untuk mengidentifikasi lokasi yang sesuai untuk pembangunan tempat penampungan banjir, suatu tempat harus mempunyai akses dari daerah rawan banjir, tidak menempati lahan produktif, tidak terendam air banjir, dapat diakses oleh orang dalam waktu singkat dan dapat dijangkau dengan mudah dan digunakan untuk berbagai tujuan [9].

7) Validasi Google Earth

Validasi Google Earth dilakukan untuk menguji apakah hasil identifikasi lokasi *flood shelter* yang telah dilakukan sudah memenuhi syarat.

8) Analisis Location Allocation

Analisis *location allocation* atau alokasi lokasi fasilitas bertujuan untuk melokasikan fasilitas pelayanan sedemikian rupa sehingga total biaya atau usaha penduduk untuk memperoleh pelayanan tersebut adalah minimal. Dalam penelitian ini, rencana lokasi *flood shelter* adalah fasilitas dan titik rawan banjir di Kota Batu adalah titik permintaan atau *demand points* yang akan dihubungkan ke fasilitas.

9) Validasi dengan Peta Daerah Rawan Banjir Kota Batu

Validasi ini dilakukan untuk mengetahui apakah lokasi rencana *flood shelter* yang sudah terpilih berada di luar area daerah rawan banjir Kota Batu.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Bobot Setiap Parameter

Berdasarkan hasil kuisioner yang telah diisi oleh 6 responden, diperoleh data yang kemudian diolah dengan metode pairwise comparison menggunakan *software Super Decision 3.2*. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan tersebut, didapatkan bobot untuk setiap parameter pada Tabel 8. Berdasarkan hasil pada Tabel 8, diperoleh nilai *inconsistency* sebesar $0,063 < 0,1$. Maka, matriks perbandingan tersebut dapat diterima.

B. Analisis Spatial Multi Criteria Evaluation

Analisis menggunakan model *spatial multi criteria evaluation* menghasilkan peta kesesuaian lokasi *flood shelter* di Kota Batu. Gambar 3 menunjukkan peta kesesuaian lokasi *flood shelter* Kota Batu dengan format data raster yang memiliki interval nilai kesesuaian antara 0 hingga 96 persen.

Kemudian dilakukan *reclassify* untuk membagi menjadi 4 kelas kesesuaian yaitu kesesuaian sangat tinggi, kesesuaian tinggi, kesesuaian menengah, dan kesesuaian rendah seperti pada Tabel 9.

Peta hasil proses *reclassify* masih berformat raster yang memiliki banyak *noise*. Untuk mengurangi *noise* tersebut perlu dilakukan generalisasi pada peta. Tujuan dilakukannya generalisasi peta adalah untuk mempermudah proses perhitungan luas setiap kelas parameter dan untuk mempermudah proses analisis penentuan kesesuaian lokasi *flood shelter* di Kota Batu. Gambar 4 menunjukkan Peta hasil generalisasi.

Setelah dilakukan perhitungan luas pada setiap kelas kesesuaian, Kota Batu memiliki area dengan kesesuaian sangat tinggi seluas 1505.58 ha, area dengan kesesuaian menengah seluas 8433.5 ha, dan area dengan kesesuaian rendah seluas 432.4 ha. Kota Batu lebih didominasi oleh wilayah dengan kesesuaian tinggi yaitu seluas 9545.18 ha.

C. Identifikasi Lokasi Flood Shelter

Pada penelitian ini, identifikasi lokasi untuk perencanaan *flood shelter* dilakukan dengan metode interpretasi pada Peta hasil generalisasi, dan menggunakan lokasi dengan kelas kesesuaian sangat tinggi yang dilakukan *overlay* dengan *basemap* yang ada di ArcMap. Gambar 5 menunjukkan Peta hasil identifikasi lokasi *flood shelter*.

Pada Peta hasil identifikasi lokasi *flood shelter*, terdapat sebanyak 28 lokasi yang memiliki potensi untuk dijadikan *flood shelter* di Kota Batu. Setiap lokasi perencanaan *flood shelter* memiliki luas antara 1000 m² hingga 3000 m².

D. Validasi Google Earth

Dari peta hasil validasi *Google Earth*, terdapat 18 lokasi *flood shelter* yang memenuhi syarat, dan 10 lokasi *flood shelter* sisanya tidak memenuhi syarat. Lokasi *flood shelter* yang memenuhi syarat terletak pada lahan kosong yang bukan merupakan lahan produktif, memiliki akses terhadap jalan raya, dan dekat dengan permukiman. Sedangkan lokasi *flood shelter* yang tidak memenuhi syarat disebabkan karena lokasi terletak pada lahan kosong yang merupakan lahan produktif, tidak memiliki akses langsung dengan jalan raya, dan jauh dari permukiman. Gambar 6 menunjukkan Peta hasil validasi *Google Earth*.

E. Analisis Location Allocation

P-Median atau *Minimize Impedance* merupakan salah satu jenis model masalah dalam analisis alokasi lokasi. Model ini pada dasarnya bertujuan untuk menentukan lokasi fasilitas pelayanan atau pusat pelayanan (*supply center*) agar tingkat pelayanan yang diberikan oleh fasilitas dan pusat tersebut kepada penduduk (*demand point*) yang tersebar secara tidak merata dalam suatu area menjadi optimal. Kemudian, jumlah fasilitas yang akan dipilih sebanyak 5 lokasi yang memiliki akses paling banyak dari lokasi titik rawan banjir. Dan untuk jarak maksimum atau *Impedance Cutoff* tidak ditentukan dalam penelitian ini.

Dari peta hasil analisis *location allocation* pada Gambar 7, diketahui bahwa terdapat 5 rencana lokasi *flood shelter* yang terpilih yaitu antara lain rencana *flood shelter* Sumberbrantas 1, rencana *flood shelter* Puntan 1, rencana *flood shelter* Sisir 3, rencana *flood shelter* Junrejo 1, dan rencana *flood shelter* Pendem 1. Dan terdapat 45 titik daerah rawan banjir yang ada di Kota Batu. Jarak perjalanan merupakan *Polyline* yang menghubungkan antara *flood shelter* terpilih dan titik daerah rawan banjir yang ada di Kota Batu. Hubungan setiap lokasi

flood shelter yang terpilih dengan titik daerah rawan banjir yang ada di Kota Batu dijelaskan pada Tabel 10.

Gambar 8 menunjukkan rencana *flood shelter* Sumberbrantas 1 yang dapat diakses dari 4 titik rawan banjir yang ada di Kota Batu. Jarak terdekat dari titik rawan banjir ke lokasi rencana *flood shelter* Sumberbrantas 1 adalah 730.27 m dan jarak terjauhnya adalah 3710 m.

Gambar 9 menunjukkan rencana *flood shelter* Puntan 1 yang dapat diakses dari 17 titik rawan banjir yang ada di Kota Batu. Jarak terdekat dari titik rawan banjir ke lokasi rencana *flood shelter* Puntan 1 adalah 770.03 m dan jarak terjauhnya adalah 3257.7 m.

Gambar 10 menunjukkan rencana *flood shelter* Sisir 3 yang dapat diakses dari 13 titik rawan banjir yang ada di Kota Batu. Jarak terdekat dari titik rawan banjir ke lokasi rencana *flood shelter* Sisir 3 adalah 581.28 m dan jarak terjauhnya adalah 4399.9 m.

Gambar 11 menunjukkan rencana *flood shelter* Junrejo 1 yang dapat diakses dari 7 titik rawan banjir yang ada di Kota Batu. Jarak terdekat dari titik rawan banjir ke lokasi rencana *flood shelter* Junrejo 1 adalah 1078.1 m dan jarak terjauhnya adalah 3696.4 m.

Gambar 12 menunjukkan rencana *flood shelter* Pendem 1 yang dapat diakses dari 4 titik rawan banjir yang ada di Kota Batu. Jarak terdekat dari titik rawan banjir ke lokasi rencana *flood shelter* Pendem 1 adalah 818.08 m dan jarak terjauhnya adalah 3488.6 m.

F. Validasi dengan Peta Daerah Rawan Banjir

Pada penelitian ini dilakukan uji validasi dengan membandingkan data Peta daerah rawan banjir Kota Batu dan data lokasi *flood shelter* terpilih yang merupakan hasil dari analisis *location allocation* yang telah dilakukan. Dari hasil perbandingan kedua data tersebut didapatkan bahwa semua 5 rencana *flood shelter* yang terpilih berada di luar area daerah rawan banjir Kota Batu. Gambar 13 menunjukkan Peta Kesesuaian Lokasi *Flood Shelter* Kota Batu.

Pada Peta Kesesuaian Lokasi *Flood Shelter* Kota Batu terdapat satu lokasi rencana *flood shelter* yaitu *flood shelter* Puntan 1 yang terlihat berada pada lokasi yang rawan banjir. Hal ini dikarenakan pada peta kesesuaian lokasi *flood shelter* Kota Batu diatas, skala yang digunakan adalah 1:25.000. Jika skalanya diperbesar menjadi 1:500 dan difokuskan pada rencana lokasi *flood shelter* Puntan 1, maka lokasi tersebut merupakan lokasi yang berada di luar daerah rawan banjir.

IV. KESIMPULAN

Hasil pengolahan data hasil kuisioner dengan metode *pairwise comparison* yang diberikan kepada 6 responden dari instansi BPBD Kota Batu untuk masing-masing parameter dalam menentukan kesesuaian lokasi *flood shelter* di Kota

Batu maka diperoleh bobot tertinggi untuk parameter Jarak Sungai yaitu 0,296. Dan diperoleh bobot terendah untuk parameter Guna Lahan yaitu 0,085. Hasil analisis *spatial multi criteria evaluation* dan setelah dilakukan perhitungan luas pada setiap kelas kesesuaian, Kota Batu memiliki area dengan kesesuaian sangat tinggi seluas 1505.58 ha, area dengan kesesuaian menengah seluas 8433.5 ha, dan area dengan kesesuaian rendah seluas 432.4 ha. Kota Batu lebih di dominasi oleh wilayah dengan kesesuaian tinggi yaitu seluas 9545.18 ha.

Hasil analisis *Location Allocation* yang dilakukan dalam menentukan kesesuaian lokasi *flood shelter* di Kota Batu, didapatkan 5 rencana *flood shelter* yang terpilih yaitu antara lain rencana *shelter* Sumberbrantas 1, rencana *shelter* Puntan 1, rencana *shelter* Sisir 3, rencana *shelter* Junrejo 1, dan rencana *shelter* Pendem 1. Rencana *flood shelter* Puntan 1 merupakan lokasi yang paling strategis dan dapat diakses dari 17 titik rawan banjir yang ada di Kota Batu. Jarak terdekat dari titik rawan banjir ke lokasi rencana *flood shelter* Puntan 1 adalah 770.03 m dan jarak terjauhnya adalah 3257.7 m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik Kota Batu, "Kota Batu dalam Angka," Badan Pusat Statistik Kota Batu, Batu, 2021.
- [2] X. Sanyal, Joy and Lu, "Remote sensing and GIS-based flood vulnerability assessment of human settlements: a case study of Gangetic West Bengal, India," *Hydrological Processes*, vol.19, pp. 3699-3716, 2005.
- [3] D. Amalia, Siti Nuriskha and Utami, Annisa Khizamatul F and Suharyanto, Suharyanto and Kurniani, "Perencanaan peningkatan flood shelter di daerah aliran Sungai Beringin Semarang," *Jurnal Karya Teknik Sipil*, vol. 3, no. 1, pp. 177-186, 2014.
- [4] I. A. Lawal, Dano Umar and Matori, Abdul Nasir and Hashim, Ahmad Mustafa and Wan Yusof, Khamaruzaman and Chandio, "Detecting Flood Susceptible Areas Using GIS-Based Analytic Hierarchy Process," *International Conference on Future Environment and Energy*, vol.28, 2012.
- [5] A.-L. and others Lawal, Dano Umar and Yusof, Khamaruzaman Wan and Hashim, Mustafa Ahmad and Balogun, "Spatial Analytic Hierarchy Process Model for Flood Forecasting: an Integrated Approach," *IOP Conference Series: Earth Environmental Science*, vol. 20, no. 1, p. 012029, 2014.
- [6] S. N. Azizah, "Sistem Pendukung Keputusan Prediksi Tingkat Kerawanan Banjir dengan Metode Simple Moving Average dan Analytic Hierarchy Process: Studi Kasus Kota Malang," Departemen Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2016.
- [7] S. Mohanty, C and Behera, "Integrated remote sensing and GIS study for hydrogeomorphological mapping and delineation of groundwater potential zones in Khallikote block, Ganjam district, Orissa," *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, vol. 38, no. 2, pp. 345-354, 2010.
- [8] M. Shahabi, Himan and Hashim, "Landslide susceptibility mapping using GIS-based statistical models and Remote sensing data in tropical environment," *Scientific Reports*, vol. 5, no. 1, pp. 1-15, 2015.
- [9] M. A. Uddin, Kabir and Matin, "Potential flood hazard zonation and flood shelter suitability mapping for disaster risk mitigation in Bangladesh using geospatial technology," *Progress disaster Science*, vol. 11, p. 100185, 2021.