

Aplikasi GIS Klasifikasi Tingkat Kerawanan Banjir Wilayah Kabupaten Bandung Menggunakan Metode *Weighted Product*

Eko Darwiyanto^{#1}, Bintang Putra Binawan^{#2}, Danang Junaedi^{#3}

Fakultas Informatika, Universitas Telekom

Jl Telekomunikasi 1, Dayeuhkolot, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

¹ ekodarwiyanto@telkomuniversity.ac.id

² bintangabun@gmail.com

³ danangjunaedi@telkomuniversity.ac.id

Abstract

Flooding was problem yearly in Kabupaten Bandung. When flooding occurred several days, usually aids came for its victims. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) has concerned to monitor flood zones, especially those are classified potentially high or very high, in order to make aids get targets accurately. BPBD has already made software for mapping flood zones, but is not flexible for updating with newest district (*kecamatan*) data. This research is to modify that software as such as it can be updated with newest data, until village (*desa*) level. Weighted product method is chosen to classify flood zones, because its simplicity. Classification criterias are rainfall, altitude, slope, river runoff, and land cover. Newest data are gotten from BPS, Bappeda and BPBD for 276 village, and need to be preprocessed. Weight of criterias in likert scale are gotten from BPBD. The classification result of potentially flood zones then are shown with QGIS. The implementation of this method give 68% of accuracy in the very high class of potentially flood zones, and 80.4% of high class.

Keywords: potentially flood zones, classification, weighted product, QGIS

Abstrak

Banjir merupakan masalah tahunan di Kabupaten Bandung. Saat banjir berlangsung beberapa hari, biasanya bantuan berdatangan untuk korban banjir. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) berkepentingan memantau wilayah rawan banjir, terutama yang termasuk kelas rawan banjir yang tinggi dan sangat tinggi, agar bantuan tepat sasaran. BPBD pernah membuat perangkat lunak membuat pemetaan daerah rawan banjir, namun dinilai tidak fleksibel karena tidak dapat diupdate dengan data terbaru di tingkat kecamatan. Penelitian ini ingin memodifikasi perangkat lunak tersebut sedemikian hingga dapat diupdate dengan data terbaru hingga level desa. Metode *Weighted Product* dipilih untuk mengklasifikasikan daerah rawan banjir, karena kesederhanaannya. Kriteria untuk klasifikasi daerah rawan banjir adalah curah hujan, ketinggian, kemiringan, limpasan sungai, dan tutupan lahan. Data-data terbaru diperoleh dari BPS, Bappeda dan BPBD untuk 276 desa, dan perlu dilakukan pengolahan data awal. Bobot kriteria dalam skala Likert diperoleh dari BPBD. Hasil klasifikasi daerah rawan banjir dengan *Weighted Product* ditampilkan dengan QGIS. Implementasi metode ini memberikan hasil akurasi sebesar 68% pada kelas kerawanan sangat tinggi, dan 80,4% pada kelas kerawanan tinggi.

Kata Kunci: daerah rawan banjir, klasifikasi, *weighted product*, *QGIS*.

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Bandung merupakan salah satu wilayah rawan banjir. Banyak desa mengalami banjir ketika musim hujan tiba. Banyak kerugian yang dialami masyarakat ketika banjir melanda, kerugian fisik materi berupa barang - barang yang rusak akibat banjir tersebut, atau penyakit akibat air tanah yang kotor. Beberapa daerah rawan banjir di kabupaten Bandung memiliki kepadatan penduduk yang tinggi, misalnya Kecamatan Dayeuhkolot dengan kepadatan penduduk yaitu 10.600 jiwa per kilometer persegi, kecamatan Majalaya dengan 6278 jiwa per kilometer persegi, dan kecamatan Baleendah dengan 6026 jiwa per kilometer persegi. Padatnya penduduk di wilayah ini, karena dulu pusat pemerintah Kabupaten Bandung memang ada di kecamatan Baleendah. Setelah pusat pemerintahan pindah ke Soreang, penduduk nampaknya lebih memilih bertahan di tempat semula, boleh jadi karena sudah nyaman, atau belum ada tempat lain yang lebih nyaman, atau banyaknya perhatian atau bantuan pihak luar saat terjadi banjir.

BPBD Kabupaten Bandung pernah membuat peta klasifikasi rawan banjir pada tahun 2012 melalui PT Geojaya Teknik dengan menggunakan teknik *overlay*. Teknik ini tidak fleksibel karena tidak bisa di *update* oleh petugas. Kriteria – kriteria yang dapat memicu banjir seperti drainase sungai, curah hujan, kemiringan lereng, penggunaan lahan, dan ketinggian daerah yang akan digunakan dalam penelitian ini berupa data angka, bukan data berupa peta, sehingga tidak digunakan metode *overlay* atau penumpukan peta. Lima data kriteria yang akan digunakan untuk mengklasifikasi tingkat kerawanan banjir itu, dalam teori termasuk masalah *Multiple Attribute Decision Making (MADM)*. Beberapa metode dapat diterapkan untuk masalah MADM ini, misalnya SAW, WP, TOPSIS, AHP, dan sebagainya.

Masalah yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana membuat aplikasi GIS untuk klasifikasi tingkat kerawanan banjir wilayah Kabupaten Bandung menggunakan metode *Weighted Product*?
2. Seberapa baik aplikasi yang dibuat dalam memenuhi kebutuhan pengguna?

Karena pengamatan topografi dilakukan setiap 5 tahun sekali, data curah hujan, penggunaan lahan kering, ketinggian, kemiringan, dan limpasan sungai yang dipakai adalah data tahun 2011 – 2012. Data sampel yang akan diolah akan diambil sampai tingkat desa, sehingga jumlah data yang akan diolah akan cukup banyak. Dari beberapa metode MADM yang ada, akan dipilih metode sederhana agar pemrosesan lebih cepat. Metode *Weighted Product* dipilih untuk mengolah kriteria yang tidak saling mempengaruhi, misalnya ketinggian suatu daerah tidak terpengaruhi oleh kriteria curah hujan.

II. LANDASAN TEORI

A. *Weighted Product*

Metode *Weighted Product* merupakan metode penyelesaian untuk permasalahan multi kriteria yang dapat memberikan bobot terhadap suatu data. Metode ini tidak memerlukan pembentukan matriks perbandingan berpasangan seperti pada metode AHP sehingga memerlukan waktu yang lebih singkat. Metode *Weighted Product* mirip dengan metode *Weighted Sum Model (WSM)*. Perbedaannya berada dalam proses perhitungannya, dimana WSM menggunakan penambahan sedangkan WP menggunakan perkalian[2]. Preferensi A_j diberikan pada rumus [2]:

$$\prod x$$

Dimana X_{ij} menunjukkan atribut j dari kandidat alternatif i , w_j menunjukkan bobot dari atribut j , dan $\sum w_j = 1$. Dalam rumus di atas, w_j bernilai positif untuk atribut *benefit* dan bernilai negatif untuk atribut *cost* [2]. Preferensi tiap alternatif dibandingkan langsung dengan alternatif terbaik di tiap atribut. Untuk atribut *benefit* nilai terbaik adalah nilai tertinggi, untuk atribut *cost* nilai terbaik adalah nilai terendah [2]. Preferensi tiap alternatif diberikan pada rumus:

$$\frac{\Pi}{\Pi}$$

B. Distribusi Frekuensi

Pada saat mengumpulkan data mentah yang berjumlah besar, seringkali berguna jika kita mendistribusikan data-data tersebut ke dalam kelas atau kategori data serta menentukan banyaknya individu atau anggota dari masing-masing kelas yang disebut sebagai frekuensi kelas. Suatu susunan data dalam bentuk yang disusun berdasarkan kelas atau interval tersebut adalah distribusi frekuensi. Distribusi frekuensi bertujuan untuk menyajikan data dalam bentuk kelas agar perhitungan atau penyajiannya lebih mudah dan teratur. Dalam melakukan distribusi frekuensi terhadap suatu data mentah, terdapat aturan tertentu dalam menentukan jumlah kelasnya, yaitu dengan langkah berikut:

1. Menentukan Range (R), yaitu data terbesar dikurangi data terkecil
2. Menentukan banyaknya kelas (K), dengan rumus $K = 1 + 3.3 \text{ Log } n$
3. Menentukan panjang interval (I), dengan membagi R dan K, atau $I = R/K$.

C. Skala Likert

Pengukuran dengan skala ordinal berasumsi bahwa suatu variabel dapat diurut berdasarkan tingkatan atribut yang dimiliki atau yang dapat diberi ranking. Data yang diperoleh dengan skala ordinal disebut data ordinal, yaitu data berjenjang dimana jarak antara satu data dengan yang lainnya tidak sama. Jadi, skala ordinal adalah skala yang memberikan perbedaan yang membedakan antar data berdasarkan besar kecilnya, tinggi rendahnya, baik buruknya, berpengaruh atau tidak berpengaruhnya, dan sebagainya. Salah satu skala yang umum digunakan dalam menangani data ordinal adalah skala Likert. Skala Likert adalah skala yang dapat digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang tentang suatu gejala atau fenomena. Dalam skala Likert, pertanyaan “Apakah curah hujan menyebabkan suatu desa menjadi rawan banjir?”, jawabannya mungkin 1,2,3,4,5 atau 5,4,3,2,1, dengan 5:sangat setuju, 4:setuju, 3:ragu – ragu, 2:tidak setuju, dan 1:sangat tidak setuju.

D. QGIS

QGIS, sebelumnya dikenal sebagai *Quantum GIS*, adalah aplikasi Sistem Informasi Geografi *desktop open-source* dan lintas platform yang menyediakan fasilitas penampilan, pengeditan dan analisis data.[13]. Mirip dengan perangkat lunak GIS yang lain, QGIS memungkinkan pengguna membuat peta dalam banyak layer, menggunakan proyeksi peta yang berbeda. Peta dapat disusun dalam format dan penggunaan yang berbeda. QGIS memungkinkan peta terdiri dari layer raster atau vektor, selain citra gambar geografi.

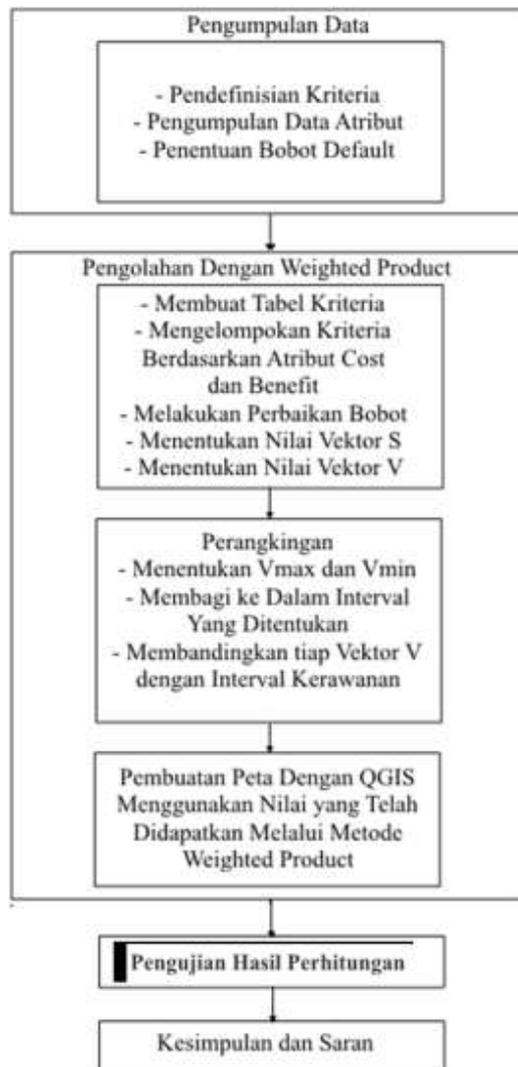
III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

Sebelum aplikasi dibuat, dilakukan pengumpulan data terlebih dahulu dengan wawancara dan konsultasi dengan pihak BPBD Kabupaten Bandung untuk mengetahui kriteria apa saja yang paling mempengaruhi kerawanan banjir, kemudian bobot masing - masing kriteria tersebut. Setelah kriteria didapatkan, dilakukan pengumpulan data setiap kriteria tersebut dari 276 desa di Kabupaten Bandung.

Setelah data dikumpulkan dan bobot ditentukan, selanjutnya data diolah, kemudian dihitung dengan metode *Weighted Product*. *Output* akhir dari aplikasi akan memberikan kelas kerawanan bagi setiap desa. Setelah didapat nilai kelas kerawanan dari setiap desa, selanjutnya nilai kelas tersebut digunakan untuk menggambarkan peta kerawanan banjir menggunakan QGIS. Setelah itu melakukan evaluasi dan analisis

terhadap hasil serta melakukan pengujian terhadap fungsionalitas sistem dan juga pengujian kesesuaian antara hasil dari metode yang digunakan dengan data kerawanan yang dimiliki BPBD. Gambar 1 menunjukkan metodologi penelitian sistem.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

B. Identifikasi dan Pembobotan Kriteria

Terdapat 5 atribut kriteria yang digunakan dalam penelitian ini, yang akan ditentukan apakah termasuk *cost* atau *benefit*. Kriteria tersebut diperoleh dari studi literatur terhadap penelitian sejenis yang pernah dilakukan untuk melihat kriteria yang mempengaruhi banjir, selanjutnya dilakukan wawancara dengan pihak BPBD. Hasilnya diperoleh lima kriteria yang mempengaruhi tingkat kerawanan banjir di Kabupaten Bandung. Kelima kriteria tersebut adalah sebagai berikut:

- 1). *Curah Hujan (Cost)* : semakin tinggi angka curah hujan suatu daerah, maka semakin tinggi kemungkinan air menggenang di daerah tersebut, sehingga semakin tinggi tingkat rawan banjirnya.
- 2). *Ketinggian (Benefit)* : semakin tinggi suatu daerah, semakin kecil kemungkinan air meluap.
- 3). *Kemiringan lereng (Benefit)* : semakin miring suatu daerah, semakin cepat air mengalir, sehingga semakin kecil kemungkinan air dapat menggenang. Kemiringan lereng ini berkaitan dengan bentuk topografi suatu desa yang terbagi dalam lima tingkat yaitu datar, landai, miring agak curam, curam, dan sangat curam.
- 4). *Tutupan lahan (Cost)* : Berkurangnya sawah yang digantikan oleh perumahan berpengaruh terhadap drainase air. Semakin besar penggunaan lahan terbangun di suatu desa maka semakin lambat drainase air.
- 5). *Limpasan Sungai (Benefit)* : Kabupaten Bandung dilalui oleh sungai Citarum yang memiliki empat sub DAS yaitu Citarik, Cirasea, Cisangkuy dan Ciwidey. Masing – masing Sub DAS ini melalui masing – masing desa, dan memiliki kecepatan limpasan air perdetik yang berbeda. Semakin besar limpasan air perdetik suatu sub DAS yang melalui suatu desa, semakin lancar drainase air melalui sungai di desa tersebut.

Selanjutnya setiap kriteria akan ditentukan bobot pengaruhnya terhadap tingkat kerawanan banjir, menggunakan skala *Likert*. Semakin tinggi nilai bobot semakin penting pengaruhnya dalam menyebabkan rawan banjir. Misalkan kriteria curah hujan, maka pertanyaannya adalah “Apakah anda setuju bahwa curah hujan menyebabkan suatu daerah rawan banjir?”. Angka 1 menunjukkan sangat tidak setuju, angka 5 menunjukkan angka setuju.

C. Sumber-sumber Data

Data yang diperoleh berupa data atribut 276 desa di Kabupaten Bandung yang berpengaruh terhadap kerawanan banjir seperti curah hujan, ketinggian, kemiringan lereng, limpasan sungai, dan penggunaan lahan. Data beragam atribut tersebut diperoleh dari tiga sumber : BPS, BAPPEDA, dan BPBD Kabupaten Bandung dengan rincian sebagai berikut.

1. Data Primer

Data Primer merupakan data utama aplikasi, data ini meliputi:

- a. *Tutupan/ Lahan Kering* : didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Bandung, dengan sumber dari buku Kecamatan Dalam Angka 2012 yang berupa data luas desa dan data luas lahan kering/bangunan.
- b. *Curah Hujan* : didapatkan berupa peta dari BAPPEDA.
- c. *Limpasan Sungai* : Data limpasan sungai dipengaruhi oleh Sub Daerah Aliran Sungai (Sub DAS) yang melalui setiap kecamatan di Kabupaten Bandung. Peta DAS didapat dari BAPPEDA.
- d. *Ketinggian* : Data ketinggian daerah didapatkan dari BPS yang didapatkan dari Buku Kabupaten Bandung Dalam Angka 2012.
- e. *Kemiringan lereng* : Didapatkan dari peta dari BAPPEDA.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung aplikasi, yang meliputi:

- a. *Peta Batas Administrasi Kabupaten Bandung*
Didapatkan dari BAPPEDA yang digunakan sebagai acuan dalam pembuatan peta pada QGIS.
- b. *Peta Bahaya Bencana Banjir 2012*
Didapatkan dari BPBD yang digunakan sebagai data pembanding pada pengujian kecocokan akurasi aplikasi, nantinya hasil perhitungan aplikasi akan dibandingkan kelas kerawannya dengan kelas kerawanan yang didapat dari peta ini.

D. Penyiapan Data

Sebelum data dimasukkan ke dalam *database* aplikasi, dilakukan penyiapan data, karena *input* yang diinginkan dalam aplikasi telah tersaji dalam kelas agar perhitungan lebih ringkas dan cepat. Pembagian kelas berdasarkan kepada teori *distribusi frekuensi*, yang merupakan salah satu teori statistika untuk menyajikan data dalam bentuk kelas. Berikut langkah dalam distribusi frekuensi:

1. Menentukan *Range* (R), yaitu data terbesar dikurangi data terkecil
2. Menentukan *banyaknya kelas* (K), dengan rumus $K = 1 + 3.3 \text{ Log } n$
3. Menentukan panjang interval (I), dengan membagi R dan K, atau $I = R/K$

Untuk masing-masing kriteria, hasilnya adalah sebagai berikut:

1). Kemiringan

Karena data yang didapatkan sudah berbentuk dalam interval, maka tidak perlu diubah dengan distribusi frekuensi. Tabel 1 menampilkan kelas kemiringan tanah.

TABEL 1
 KELAS KEMIRINGAN TANAH

Tingkat Kemiringan	Kelas Data
Datar	1
Landai	2
Agak Curam	3
Curam	4
Sangat Curam	5

2). Limpasan Sungai

Dibagi menjadi 6 kelas, berdasarkan DAS yang melalui setiap desa yang mana angka 1 merupakan DAS dengan limpasan terkecil dan 6 adalah DAS dengan limpasan paling deras. Tabel 2 menampilkan kelas limpasan DAS sesuai urutannya.

TABEL 2
 KELAS LIMPASAN SUNGAI

Nama DAS	Kelas Data
Citarik	1
Ciwidey	2
Cikapundung	3
Cisangkuy	4
Ciminyak	5
Cisarea	6

3). Curah Hujan

Terbagi menjadi 6 kelas interval yang sudah ditentukan dari peta yang didapat dari BAPPEDA, ditunjukkan di Tabel 3.

TABEL 3
KELAS CURAH HUJAN

Intensitas Curah Hujan	Kelas Data
2000 mm	1
2003-2500 mm	2
2503-3000 mm	3
3003-3500 mm	4
3503-4000 mm	5
4003-4500	6

4). Ketinggian

Untuk data kriteria *ketinggian* dan *tutupan lahan*, dilakukan distribusi frekuensi yang telah dipaparkan sebelumnya. Berikut langkah yang dilakukan:

- Menentukan Range (data terbesar dikurangi data terkecil).
Data terkecil dimiliki desa Pameuntasan dengan ketinggian 500 mdpl, data tertinggi adalah desa Neglawangi dengan ketinggian 1812 mdpl, maka $\text{Range} = 1812 - 500 = 1312$
- Menentukan kelas dengan rumus $K = 1 + 3.3 \log n$, dimana n merupakan total desa yang dijadikan sampel yaitu 276 desa, maka $\text{Kelas} = 1 + 3.3 \log 276 = 9$ kelas.
- Panjang Interval, $I = R / K$, maka pembulatan Interval = $1312/9 = 146$.

Dengan menggunakan perhitungan diatas maka pada kriteria ketinggian dan tutupan kelas dibagi menjadi 9 kelas.

5). Tutupan Lahan

Preprocessing dilakukan dengan membagi luas lahan kering (bangunan/non sawah) pada setiap desa dengan luas desa lalu dikali 100%. Tabel 4 menampilkan contoh dari perhitungan yang dilakukan.

TABEL 4
KELAS TUTUPAN LAHAN

Nama Desa	Luas Lahan Kering (Ha)	Luas Desa (Ha)	Hasil Perhitungan (%)
Panundaan	76.07	321.30	23.67%
Ciwidey	75.10	218.30	34.4%
Panyocokan	60.03	389.20	15.42%

Persentase hasil perhitungan tersebut selanjutnya otomatis terbagi ke dalam kelas oleh aplikasi. Kelas yang digunakan masih sama yaitu terbagi menjadi 9 kelas seperti perhitungan yang telah dipaparkan pada poin 4. Setelah data dikelaskan dalam interval, kemudian data dimasukkan ke dalam database.

E. Pengolahan Data dengan Weighted Product

Tahap-tahap utama dalam pemodelan *Weighted Product* adalah sebagai berikut:

- Memasukkan nilai dari tiap kriteria
Data yang telah didapatkan pada tahap pengumpulan data dimasukkan kepada database desa.
- Menentukan bobot dari tiap kriteria (didapat dari pengambil keputusan), dan melakukan normalisasi bobot yang dimasukkan agar total bobot menjadi 1.
- Mengalikan seluruh atribut dari tiap alternatif dengan bobotnya, dimana bobot sebagai pangkat positif untuk atribut *benefit* dan bobot sebagai pangkat negatif pada atribut *cost* (Vektor S).

- d. Menjumlahkan seluruh hasil perkalian pada tiap alternatif, untuk mendapatkan nilai preferensi A_i (Vektor V).
- e. Membuat interval kerawanan yang diperoleh dengan cara menghitung selisih dari nilai maksimum vektor v dan nilai minimumnya, kemudian membagi selisih tersebut menjadi beberapa kelas interval, yang mana menurut wawancara dengan BPBD Kabupaten Bandung dibagi menjadi 5 kelas yaitu sangat rendah, rendah, menengah, tinggi, dan sangat tinggi.

E. Fungsionalitas Sistem

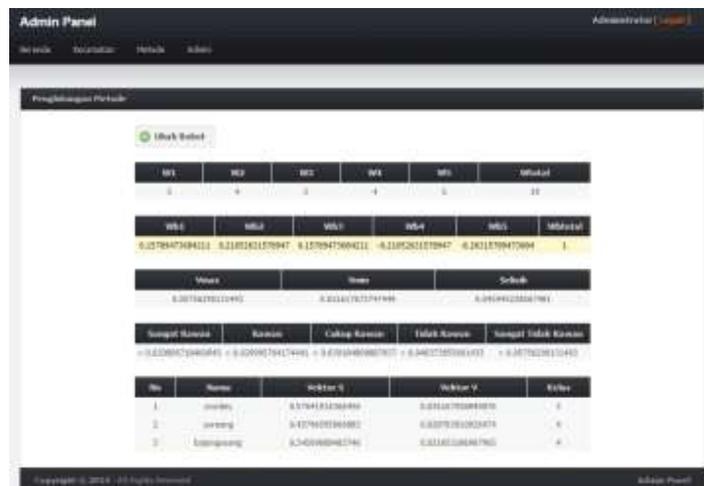
Fungsionalitas perangkat lunak yang dibangun meliputi:

1. Masyarakat dapat melihat dan mendapatkan informasi mengenai atribut desa seperti curah hujan, ketinggian, kemiringan, presentase pembangunan lahan, dan limpasan sungai. dan juga kelas kerawanan dari desa yang berada di Kabupaten Bandung
2. *Output* sistem akan memberikan peta yang telah dikelola dengan menggunakan QGIS sesuai data yang didapatkan dari penghitungan metode *Weighted Product* pada aplikasi
3. Petugas dapat melakukan aksi kelola data berupa *insert*, *update*, dan *delete* data atribut desa, juga dapat mengubah bobot tiap kriteria.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

A. Uji Fungsionalitas Sistem

Tampilan aplikasi untuk pengolahan data menggunakan *Weighted Product* ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Pengolahan Data *Weighted Product*

Fungsionalitas aplikasi diuji dengan pendekatan *blackbox* untuk menemukan fungsi yang tidak benar, kesalahan antar muka, kesalahan kinerja, kesalahan dalam struktur data. Hasil ditunjukkan di Tabel 5, semua fungsionalitas sistem sudah berjalan baik.

TABEL 5
UJI FUNGSIONALITAS SISTEM

Fungsionalitas	Keterangan	Jenis Uji	Data Uji	Hasil Pengamatan	Hasil Uji
<i>Login</i>	- <i>Login</i> sebagai admin	<i>Blackbox</i>	Username : admin Password : admin	Masuk ke halaman admin	Diterima
Kelola data desa	- <i>Insert</i> data desa	<i>Blackbox</i>	Nama desa: test Ketinggian: 100 Kemiringan: 3 Drainase Sungai: 10 Curah Hujan: 3000 Penggunaan: 40	Data masuk ke tabel desa	Diterima
	- <i>Update</i> data desa	<i>Blackbox</i>	Data yang akan diubah: Nama desa: test	Nama desa pada tabel desa berubah	Diterima
	- <i>Delete</i> data desa	<i>Blackbox</i>	Data yang akan dihapus: Nama desa: test	Nama desa pada tabel desa terhapus	Diterima
<i>Update</i> nilai Vektor S	- <i>Update</i> nilai vektor s berdasarkan hasil hitung	<i>Blackbox</i>	Data desa dan data bobot	Nilai vektor S berubah	Diterima
<i>Update</i> nilai Vektor V	- <i>Update</i> nilai vektor v berdasarkan hasil hitung	<i>Blackbox</i>	Data desa dan data bobot	Nilai vektor V berubah	Diterima
Kelola data bobot	- <i>Update</i> data bobot	<i>Blackbox</i>	Data yang akan diubah: W1: 4	Nilai berhasil diubah	Diterima
Registrasi admin	- Tambah data admin	<i>Blackbox</i>	Semua <i>field</i> diisi dengan data yang diminta	Data admin sistem diterima	Diterima

B. Uji Akurasi Sistem

Data curah hujan, tutupan lahan, ketinggian, kemiringan, dan limpasan sungai dari 276 desa di Kabupaten Bandung dimasukkan ke dalam sistem. BPBD Kabupaten Bandung, sebelumnya telah memiliki data klasifikasi tingkat kerawanan banjir dari *expert judgment* perwakilan desa. Hasil klasifikasi aplikasi selanjutnya dicocokkan dengan hasil *expert judgment* tersebut. Hasilnya ditunjukkan di Tabel 6.

TABEL 6
UJI AKURASI SISTEM

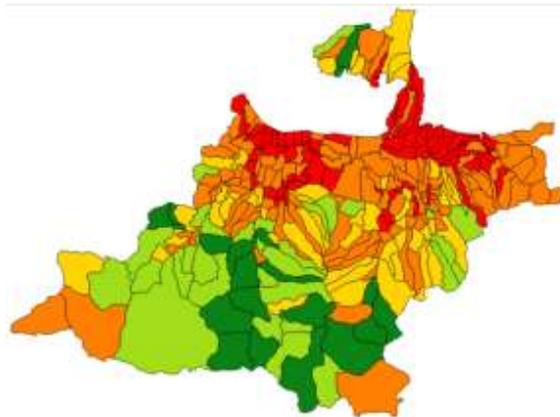
No.	Kelas Kerawanan	Desa Yang Sesuai	Total Desa	Persentase Kecocokan
1	Sangat Tinggi (5)	40	65	61.5 %
2	Tinggi (4)	86	107	80.4 %
3	Menengah (3)	22	51	43.1 %
4	Rendah (2)	19	34	56 %
5	Sangat Rendah (1)	8	19	42 %
	TOTAL	175	276	63.4%

Pada kelas kerawanan sangat tinggi yang memiliki akurasi 61.5%, klasifikasi tidak cocok sebanyak 25 desa, 25 desa menurut aplikasi memiliki kelas kerawanan sangat tinggi (5) namun tidak begitu menurut BPBD. Namun ternyata 25 desa yang tidak cocok tersebut, menurut BPBD memiliki kelas kerawanan tinggi (4), artinya meskipun ada ketidakcocokan sebanyak 25 desa, pergeseran yang terjadi hanya selisih 1 kelas dan masih dalam kelas yang menjadi daerah rawan banjir, karena yang menjadi kawasan rawan banjir dan menjadi prioritas bantuan adalah desa dengan kelas 4 (tinggi) dan 5 (sangat tinggi).

Dalam memetakan kawasan yang memiliki kelas kerawanan rendah, akurasi dari sistem kurang baik, terlihat pada tabel bahwa dalam memetakan kawasan dengan kelas sangat rendah (1), sistem hanya memberikan hasil 42%. Namun, dengan data yang ada, aplikasi sudah cukup dapat memberikan hasil yang diinginkan. Terutama dalam mengklasifikasikan desa yang memiliki kerawanan tinggi dan sangat tinggi yang memang lebih diperlukan dalam pengklasifikasian daerah rawan banjir di Kabupaten Bandung.

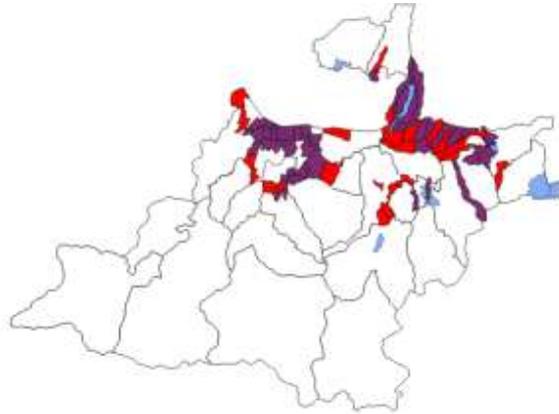
Berikut disampikan hasil peta dari data keseluruhan dan data setiap kelas.

1) *Hasil Peta* : Menggunakan bobot awal untuk menguji kecocokan antara hasil klasifikasi dari aplikasi dengan data nyata yang ada di BPBD. Gambar 2 merupakan peta hasil perhitungan dengan bobot dari BPBD.



Gambar 3. Peta Hasil Aplikasi

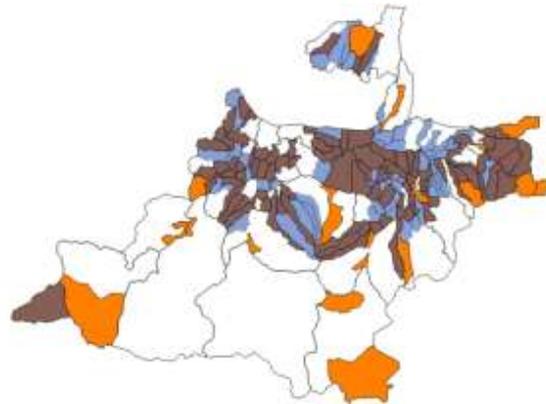
2) *Hasil Peta Kelas Sangat Tinggi*: Membandingkan peta hasil aplikasi dan data BPBD, dilakukan metode *overlay* yaitu menumpuk dua peta tersebut untuk melihat berapa jumlah desa yang cocok klasifikasinya. Berdasarkan perhitungan aplikasi terdapat 65 desa yang memiliki kelas kerawanan *sangat tinggi*. Figure 3 menampilkan peta dengan tingkat kerawanan *sangat tinggi* (warna ungu).



Gambar 4. Peta Pengujian Kelas Sangat Tinggi

Warna ungu pada peta menunjukkan desa yang sesuai antara aplikasi dan data BPBD, dari 65 desa yang dihasilkan aplikasi terdapat 44 desa yang sesuai, sehingga dapat diperoleh presentase kecocokan adalah $44/65 \times 100\%$ yaitu sebesar 68%.

3) Hasil Peta Kelas Tinggi: dengan cara yang sama, terdapat 107 desa yang memiliki kelas kerawanan *tinggi*. Gambar 4 menampilkan peta dengan tingkat kerawanan *tinggi*.



Gambar 5. Peta Pengujian Kelas Tinggi

Warna abu pada peta menunjukkan desa yang sesuai antara aplikasi dan data BPBD, dari 107 desa yang dihasilkan aplikasi terdapat 86 desa yang sesuai, sehingga dapat diperoleh presentase kecocokan adalah $86/107 \times 100\%$ yaitu sebesar 80.4%.

C. Analisis Hasil Pengujian Akurasi Aplikasi

Data topografi yang dipakai adalah data tahun 2011-2012. Data terbaru belum diperoleh. Semua data kemiringan, ketinggian, curah hujan, dan limpasan sungai tidak jauh berbeda. Yang berubah adalah penggunaan lahan kering seiring dengan pembangunan perumahan dan bangunan lain yang terus tumbuh di

wilayah Kabupaten Bandung. Namun, dengan data yang ada, aplikasi sudah cukup dapat memberikan hasil yang diinginkan. Terutama dalam mengklasifikasi desa yang memiliki kerawanan tinggi dan sangat tinggi.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi dapat dibangun dengan memanfaatkan data curah hujan, ketinggian, kemiringan lereng, volume limpasan sungai, dan tutupan lahan dari 276 desa yang perlu dilakukan pengolahan awal dulu.
2. Tingkat akurasi kecocokan klasifikasi untuk kelas kerawanan tinggi sebesar 67%, untuk kelas kerawanan tinggi yang mencapai 80.4%.

Saran untuk penelitian lanjutan adalah digunakannya data curah hujan, ketinggian, kemiringan lereng, volume limpasan sungai, dan tutupan lahan terbaru dari setiap desa untuk mendapatkan tingkat keakuratan klasifikasi yang lebih tinggi.

REFERENCES

- [1] Turban, Efraim., & Jay E. Aronson, *Decision Support Systems And Intelligent Systems Sixth Edition*, USA: Prentice Hall, 2001.
- [2] Limbong,T, Sistem Pendukung Keputusan – *Weighted Product (WP)*, 2014, tersedia di http://www.academia.edu/3666587/Sistem_Pendukung_Keputusan_-_Weighted_Product_WP_
- [3] Evangelos Triantaphyllow and Chi-Tun Lin, *Development and Evaluation of Five Fuzzy Multiattribute Decision-Making Methods*, *International Journal of Approximate Reasoning* 1996; 14:281-310
- [4] Kusumadewi, Sri, *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2006
- [5] Erlangga, Prayogi, *Optimalisasi Penentuan Lokasi Pembangunan SPBU Menggunakan Metode Fuzzy MADM dengan Weighted Product dan Dempster-Shafer Analytical Hierarchy Process (DS/AHP) (Studi Kasus: PT. Pertamina (Persero) Marketing Operation Regional VI Kalimantan Cabang Pontianak)*, Skripsi, Universitas Telkom, Bandung, 2014.
- [6] Ningrum,W.A, *Sistem Pendukung Keputusan untuk Merekomendasikan TV Layar Datar Menggunakan Metode Weighted Product (WP)*, Artikel Ilmiah, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, 2012
- [7] Syaukani, M, *Pemodelan Sistem Pendukung Keputusan Kelompok dengan Metode Fuzzy Weighted Product untuk Diagnosis Penyakit Pneumonia*, *Jurnal Teknologi* Vol 5 No 1, Institut Sains & Teknologi Akprind, Yogyakarta, 2012
- [8] Heryani, R, *Analisis Kerawanan Banjir Berbasis Spasial Menggunakan Analytic Hierarcial Proccess (AHP) Kabupaten Maros*, 2013, tersedia di :
[http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/10071/jurnal%20Rosma%20Heryani%20\(h22109259\).pdf;sequence=1](http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/10071/jurnal%20Rosma%20Heryani%20(h22109259).pdf;sequence=1)
- [9] Hidayanti, Yeni dkk, *Analysis and Implementation Fuzzy Multi-Attribute Decision Making SAW Method for Selection of High Achieving Students in Faculty Level*, *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 10, Issue 1, No 2, January 2013
- [10] Kusumadewi, Sri dan Purnomo, Hari, *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan Edisi 2*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2010
- [11] Prof DR.H. Djaali, DR. Pudji Muljono, *Pengukuran dalam Bidang Pendidikan*, 2007, tersedia di:
<https://books.google.co.id/books?isbn=9790250584>
- [12] Supranto, J, *Statistik Teori dan Aplikasi Edisi 6*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 2000
- [13] QGIS Official Website, <http://www.qgis.org>