

Rancang Bangun Model Potensi Banjir pada Jalan Arteri di Kota Malang Menggunakan Logika Fuzzy

Wahyu Kurnia Dewanto, M. Aziz Muslim dan Sunaryo

Abstrak- Penelitian tentang masalah banjir, telah banyak dilakukan baik itu dari sisi model deteksi, prediksi, peramalan, permodelan, monitoring banjir, maupun pasca banjir dan penanggulangannya. Metode yang digunakan sangat bervariasi, statistik, regresi, spasial, sampai menggunakan pengindraan jarak jauh. Tulisan ini merupakan penelitian tentang model potensi banjir, yang terjadi pada arteri di Kota Malang menggunakan Logika fuzzy. Obyek penelitian yang digunakan adalah jalan-jalan arteri di wilayah Kecamatan Lowokwaru Kota Malang. Model logika fuzzy yang digunakan pada penelitian kali ini adalah fuzzy sugeno orde-nol. Hasil luaran dari dari fuzzy ini adalah status banjir, yaitu tidak banjir, berpotensi banjir, dan banjir.

Kata Kunci — Jalan arteri, banjir, fuzzy

I. INTRODUCTION

BANJIR merupakan salah satu fenomena alam yang sering terjadi di berbagai wilayah yang sangat merusak dan merugikan masyarakat [1]. Banjir tidak hanya terjadi di daerah aliran sungai saja, tetapi bisa juga terjadi di daerah atau wilayah yang jauh dari aliran sungai, misalnya di daerah padat penduduk dan jalan-jalan yang tidak memiliki drainase atau serapan yang baik [2]. Banjir adalah meluapnya air sungai yang disebabkan oleh debit sungai yang melebihi daya tampung pada keadaan curah hujan tinggi, atau terjadi genangan pada daerah tertentu yang biasanya tidak tergenang [3]. Banjir adalah genangan air yang terjadi dan tidak sepenuhnya mampu diserap tanah., atau terjadinya genangan di dataran yang biasanya tidak tergenang, permukaan air naik, terjadi luapan air yang tidak biasa[4].

Ada beberapa parameter penyebab banjir yaitu : 1). Curah hujan, adalah faktor non-fisik lahan yang sangat mempengaruhi terjadinya banjir. Curah hujan yang tinggi, akan memperbesar kemungkinan terjadinya banjir. 2). Lereng, Asdak [5] menyebutkan bahwa kemiringan lereng merupakan salah satu sifat topografi

yang berpengaruh terhadap aliran permukaan. Kemiringan lereng dinyatakan dalam derajat atau persen. Kemiringan lereng yang landai memiliki kerentanan banjir lebih tinggi dari lereng yang curam, 3). Drainase, adalah jaringan pembuangan air yang berfungsi mengeringkan bagian-bagian wilayah administrasi kota dan daerah urban dari genangan air, baik dari hujan lokal maupun luapan sungai yang melintas di dalam kota 4). Bentuk lahan, dan 5). Penutupan lahan atau penggunaan lahan untuk suatu fungsi tertentu mempengaruhi terjadinya kejadian banjir di suatu wilayah. Banyak kajian telah dilakukan dalam mendeteksi banjir, kali ini obyek yang digunakan penulis adalah jalan yang berpotensi banjir disekitar DAS.

Kota Malang yang berada di dataran tinggi dengan topografi bergelombang seharusnya tidak mengalami banjir. Tetapi karena proporsi lahan terbuka semakin sempit dan sistem saluran drainase yang ada tidak memadai, maka pada saat musim hujan beberapa tempat di kota Malang mengalami banjir sesaat secara rutin [6]). Di kota-kota besar banjir selain menimbulkan kemacetan dan kerusakan, juga dapat mengganggu aktifitas perekonomian sehingga dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar [7].

Pengelompokan jalan menurut fungsi jalan [8] antara lain:

- Jalan arteri : merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, dan kecepatan rata-rata tinggi.
- Jalan kolektor : merupakan jalan yang melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang dan kecepatan rata-rata sedang.
- Jalan lokal : jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.
- Jalan lingkungan : merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat.

II. METODOLOGI

Pada penelitian ini penulis mengambil obyek penelitian di Kecamatan Lowokwaru Malang. Data diambil dengan beberapa cara antara lain, survey, pengambilan data dari arsip yang sudah ada pada dinas terkait, wawancara, dan observasi. Data yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

- Data curah hujan

Wahyu Kurnia Dewanto adalah Dosen Politeknik Negeri Jember dan mahasiswa Program Magister Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang (wahyukurniadewanto@gmail.com dan wahyu@polije.ac.id)

M. Aziz Muslim adalah Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang (muh_aziz@ub.ac.id)

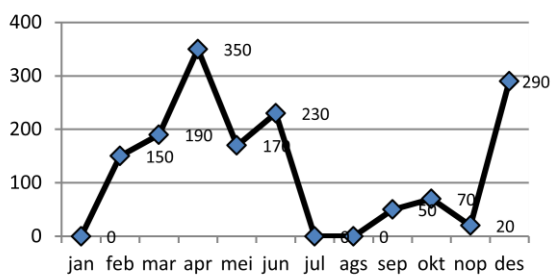
Sunaryo adalah Ketua Program Studi Geofisika Jurusan fisika FMIPA Universitas Brawijaya Malang (sunaryo@ub.ac.id dan sunaryo.geofis.ub@gmail.com)

- Data drainase
- Data koefisien pengaliran
- Data ketinggian wilayah

Variabel serta atribut penelitian yang digunakan antara lain :

- μ = variabel parameter
- Ch = curah hujan (rendah, sedang, tinggi)
- Dr = drainase (kecil, sedang, besar)
- Kp = koefisien pengaliran (rendah, sedang tinggi)
- Tw = ketinggian wilayah (rendah, sedang, tinggi)

Menurut Asdak "Hujan terjadi karena adanya perpindahan massa air basah ke tempat yang lebih tinggi sebagai respon adanya beda tekanan udara antara dua tempat yang berbeda ketinggiannya". Data curah hujan yang kita gunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan di kota Malang 2011. Data curah hujan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Data Curah Hujan Kota Malang 2011

Data drainase didapat dari survey dan perhitungan seperti pada Tabel 1. Data hasil pengolahan menggunakan formulasi $Q = V \cdot A$.

TABEL 1.
DATA DRAINASE

No	Nama Jalan	$Q = A \cdot V$ (m^3/det)
1	Kedawung	3.5808
2	Kalpataru	2.5813
3	Raya Tlogomas I	1.8374
4	Cengger Ayam	1.6722
5	Soekarno Hatta B	1.0817
6	Soekarno Hatta A	1.1564
7	MT. Haryono	4.8873
8	Candi Panggung	0.7703
9	Gajayana	0.7745
10	Sumber Sari	0.7750
11	Bendungan Sigura-gura A	0.6512
12	Bendungan Sigura-gura B	2.6285
13	Raya Tlogomas II	10.7015
14	Joyo Sari	0.6512
15	Borobudur	3.6572

Data koefisien pengaliran obyek penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3. Data diambil dari perhitungan rata-rata koefisien pengaliran berdasarkan jenis tataguna lahan di wilayah Kecamatan Lowokwaru.

Sedangkan data ketinggian wilayah diambil dari peta kota Malang.

Langkah-langkah pengembangan model deteksi banjir yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. *Fuzzyfication*
2. *Rule Evaluation*
3. *Perhitungan Output*

Sebelum dilakukan proses fuzzifikasi, dibuat fungsi keanggotaan untuk masing-masing parameter. Pada fungsi keanggotaan curah hujan, drainase, koefisien

pengaliran dan ketinggian, nilai keanggotaan pada masing-masing grafik di representasikan dengan huruf c, d, p dan t. Huruf c, d, p dan t merupakan nilai maksimum data curah hujan, drainase, koefisien pengaliran dan. Sehingga masing-masing nilai akan menjadi batas akhir dari fungsi keanggotaan yang dimiliki oleh masing-masing parameter. Penggunaan huruf c, d, p dan t, adalah agar jika ada perubahan nilai pada parameter, tidak mengubah bentuk dari fungsi keanggotaan yang dimiliki.

TABEL 2.
DATA KOEF. PENGALIRAN BERDASARKAN JENIS LAHAN

Jenis Permukaan / Tata Guna Tanah	Koefisien Pengaliran (c)
PERUMPUTAN	
Tanah pasir, slope 2 %	0.05 – 0.10
Tanah pasir, slope 2 – 7%	0.10 – 0.15
Tanah pasir, slope 7 %	0.15 – 0.20
Tanah gemuk, slope 2 %	0.13 – 0.17
Tanah gemuk, slope 2 – 7 %	0.18 – 0.22
Tanah gemuk, slope 7%	0.25 – 0.35
PERKANTORAN	
Pusat kota	0.75 – 0.95
Daerah pinggir	0.50 – 0.70
PERUMAHAN	
Kepadatan 20 rumah / ha	0.50 – 0.60
Kepadatan 20-60 rumah / ha	0.60 – 0.80
Kepadatan 60-160 rumah / ha	0.70 – 0.90
PERINDUSTRIAN	
Industri ringan	0.50 – 0.60
Industri berat	0.60 – 0.90
PERTANIAN	
PERKEBUNAN	0.20 – 0.30
PERTAMANAN, KUBURAN	0.10 – 0.25
TEMPAT BERMAIN	0.20 – 0.35
JALAN	
Beraspal	0.70 – 0.95
Beton	0.80 – 0.95
Batu	0.70 – 0.85
Daerah yang tidak dikerjakan	0.10 – 0.30

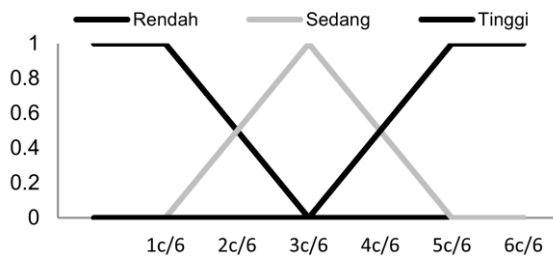
TABEL 3.
HASIL PERHITUNGAN RERATA KOEF. PENGALIRAN

No	Nama Jalan	rata-rata koefisien pengaliran (c)
1	Kedawung	4.325
2	Kalpataru	4.450
3	Raya Tlogomas I	3.750
4	Cengger Ayam	4.100
5	Soekarno Hatta B	4.800
6	Soekarno Hatta A	5.325
7	MT. Haryono	5.000
8	Candi Panggung	3.025
9	Gajayana	5.050
10	Sumber Sari	4.850
11	Bend. Sigura-gura A	4.300
12	Bend. Sigura-gura B	4.200
13	Raya Tlogomas II	3.875
14	Joyo Sari	2.400
15	Borobudur	4.300

A. Fungsi Keanggotaan Curah Hujan.

Pada fungsi keanggotaan curah hujan, menggambarkan derajat keanggotaan yang dimiliki oleh

himpunan curah hujan, yang memiliki tiga derajat keanggotaan, rendah, sedang dan tinggi.



Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Himpunan Curah Hujan

Tiap fungsi keanggotaan, memiliki fungsi linear. Fungsi linear dipergunakan untuk memberikan informasi nilai yang dimiliki tiap derajat keanggotaan. Fungsi linear yang dimiliki oleh himpunan curah hujan sebagai berikut.

Fungsi linear untuk himpunan rendah :

$$\mu_{\text{rendah}}(Ch) \begin{cases} 1 & ; Ch \leq 1c/6 \\ \frac{(1c/6 - Ch)}{(3c/6 - 1c/6)} & ; 1c/6 \leq Ch \leq 3c/6 \\ 0 & ; Ch \geq 3c/6 \end{cases} \quad (1)$$

Fungsi linear untuk himpunan sedang :

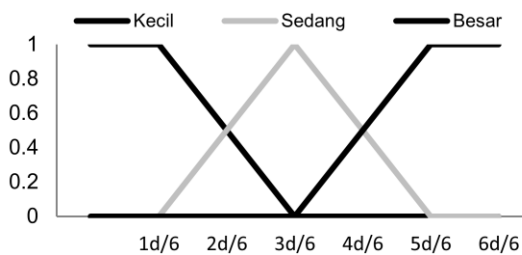
$$\mu_{\text{sedang}}(Ch) \begin{cases} 0 & ; Ch \leq 1c/6 \text{ atau } Ch \geq 5c/6 \\ \frac{(Ch - 1c/6)/(3c/6 - 1c/6)}{(5c/6 - Ch)/(5c/6 - 3c/6)} & ; 1c/6 \leq Ch \leq 3c/6 \\ 0 & ; 3c/6 \leq Ch \leq 5c/6 \end{cases} \quad (2)$$

Fungsi linear untuk himpunan tinggi :

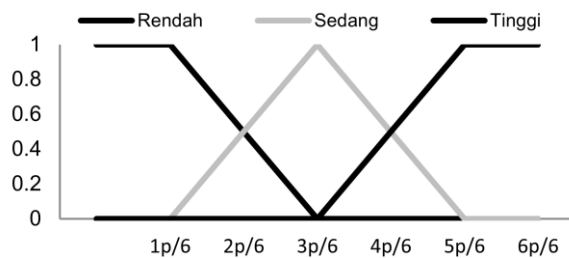
$$\mu_{\text{tinggi}}(Ch) \begin{cases} 0 & ; Ch \leq 3c/6 \\ \frac{(Ch - 1c/6)}{(5c/6 - 3c/6)} & ; 3c/6 \leq Ch \leq 5c/6 \\ 1 & ; Ch \geq 5c/6 \end{cases} \quad (3)$$

B. Fungsi Keanggotaan Drainase.

Pada fungsi keanggotaan drainase, menggambarkan derajat keanggotaan yang dimiliki oleh himpunan drainase, yang memiliki tiga derajat keanggotaan, kecil, sedang dan besar.



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Himpunan Drainase



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Himpunan Koef. Pengaliran

Fungsi linear dipergunakan untuk memberikan informasi nilai yang dimiliki tiap derajat keanggotaan.

Fungsi linear yang dimiliki oleh himpunan drainase sebagai berikut.

Fungsi linear untuk himpunan kecil :

$$\mu_{\text{kecil}}(Dr) \begin{cases} 1 & ; Dr \leq 1d/6 \\ \frac{(1d/6 - Dr)}{(3d/6 - 1d/6)} & ; 1d/6 \leq Dr \leq 3d/6 \\ 0 & ; Dr \geq 3d/6 \end{cases} \quad (4)$$

Fungsi linear untuk himpunan sedang :

$$\mu_{\text{sedang}}(Dr) \begin{cases} 0 & ; Dr \leq 1d/6 \text{ atau } Dr \geq 5d/6 \\ \frac{(Dr - 1d/6)/(3d/6 - 1d/6)}{(5d/6 - Dr)/(5d/6 - 3d/6)} & ; 1d/6 \leq Dr \leq 3d/6 \\ 0 & ; 3d/6 \leq Dr \leq 5d/6 \end{cases} \quad (5)$$

Fungsi linear untuk himpunan tinggi :

$$\mu_{\text{tinggi}}(Dr) \begin{cases} 0 & ; Dr \leq 3d/6 \\ \frac{(Dr - 1d/6)}{(5d/6 - 3d/6)} & ; 3d/6 \leq Dr \leq 5d/6 \\ 1 & ; Dr \geq 5d/6 \end{cases} \quad (6)$$

C. Fungsi keanggotaan koefisien pengaliran.

Pada fungsi keanggotaan koefisien pengaliran, menggambarkan derajat keanggotaan yang dimiliki oleh himpunan koefisien pengaliran, yang memiliki tiga derajat keanggotaan, rendah, sedang dan tinggi.

Fungsi linear dipergunakan untuk memberikan informasi nilai yang dimiliki tiap derajat keanggotaan. Fungsi linear yang dimiliki oleh himpunan koefisien pengaliran sebagai berikut.

Fungsi linear untuk himpunan rendah :

$$\mu_{\text{rendah}}(Kp) \begin{cases} 1 & ; Kp \leq 1p/6 \\ \frac{(1p/6 - Kp)}{(3p/6 - 1p/6)} & ; 1p/6 \leq Kp \leq 3p/6 \\ 0 & ; Kp \geq 3p/6 \end{cases} \quad (7)$$

Fungsi linear untuk himpunan sedang :

$$\mu_{\text{sedang}}(Kp) \begin{cases} 0 & ; Kp \leq 1p/6 \text{ atau } Kp \geq 5p/6 \\ \frac{(Kp - 1p/6)/(3p/6 - 1p/6)}{(5p/6 - Kp)/(5p/6 - 3p/6)} & ; 1p/6 \leq Kp \leq 3p/6 \\ 0 & ; 3p/6 \leq Kp \leq 5p/6 \end{cases} \quad (8)$$

Fungsi linear untuk himpunan tinggi :

$$\mu_{\text{tinggi}}(Kp) \begin{cases} 0 & ; Kp \leq 3p/6 \\ \frac{(Kp - 1p/6)}{(5p/6 - 3p/6)} & ; 3p/6 \leq Kp \leq 5p/6 \\ 1 & ; Kp \geq 5p/6 \end{cases} \quad (9)$$

III. PROSES INFERENSI FUZZY

Proses selanjutnya adalah membuat *rule evaluation*, jika masing-masing himpunan memiliki tiga variabel keanggotaan, maka akan menghasilkan aturan atau rule evaluation sebanyak 3⁴ yaitu 81 aturan seperti terlihat pada Tabel 4.

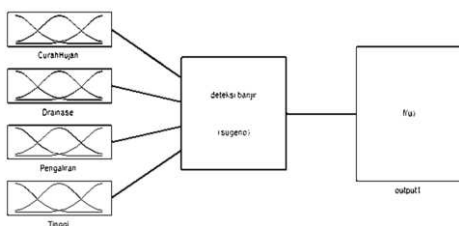
Pada Tabel 4, *rule evaluation* dituliskan semua kemungkinan dari setiap kombinasi empat parameter sebanyak 81 *rule*. Setelah proses rule evaluation, untuk menghasilkan keluaran dari logika fuzzy, penulis menggunakan fuzzy model sugeno untuk memodelkan hasil dari logika fuzzy. Notasi 0,1 sampai 1 adalah nilai ataupun bobot untuk menunjukkan tingkat atau grade yang dimiliki oleh masing-masing karakteristik jalan. Nilai tersebut adalah himpunan untuk masukan *rule evaluation* yang dimiliki oleh logika fuzzy. Pada proses fuzzy output, menggunakan model sugeno orde-nol.

$$\text{If } (X_i \text{ is } P_i) \text{ AND } (Y_i \text{ is } L_i) \text{ then } z = O \quad (10)$$

TABEL 4.
RULE EVALUATION

No	Curah Hujan	Drainase	Pengaliran Tinggi	Rule output (%)	Status
R1	Rendah Besar	Tinggi	Tinggi	10	Potensi Kecil
R2	Rendah Besar	Tinggi	Sedang	10	Potensi Kecil
R3	Rendah Besar	Tinggi	Rendah	10	Potensi Kecil
R4	Rendah Besar	Sedang	Tinggi	10	Potensi Kecil
R5	Rendah Besar	Sedang	Sedang	10	Potensi Kecil
R6	Rendah Besar	Sedang	Rendah	60	Potensi Sedang
R7	Rendah Besar	Rendah	Tinggi	10	Potensi Kecil
R8	Rendah Besar	Rendah	Sedang	60	Potensi Sedang
--:	-	--:	-:	--:	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
R72	Tinggi Sedang	Rendah	Rendah	100	Potensi Besar
R73	Tinggi Kecil	Tinggi	Tinggi	60	Potensi Sedang
R74	Tinggi Kecil	Tinggi	Sedang	60	Potensi Sedang
R75	Tinggi Kecil	Tinggi	Rendah	100	Potensi Besar
R76	Tinggi Kecil	Sedang	Tinggi	60	Potensi Sedang
R77	Tinggi Kecil	Sedang	Sedang	100	Potensi Besar
R78	Tinggi Kecil	Sedang	Rendah	100	Potensi Besar
R79	Tinggi Kecil	Rendah	Tinggi	100	Potensi Besar
R80	Tinggi Kecil	Rendah	Sedang	100	Potensi Besar
R81	Tinggi Kecil	Rendah	Rendah	100	Potensi Besar

Setelah semua nilai parameter diperoleh, selanjutnya masing-masing nilai diproses dalam inferensi logika fuzzy Sugeno.



Gambar 5. Proses Inferensi fuzzy sugeno

Proses logika fuzzy, seperti yang dimiliki oleh Gambar 5. Yaitu parameter curah hujan, drainase, koefisien pengaliran, dan parameter ketinggian memiliki fungsi keanggotaan masing-masing. Kemudian masing-masing parameter akan diolah dengan fuzzy sugeno dan menghasilkan fuzzy output.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

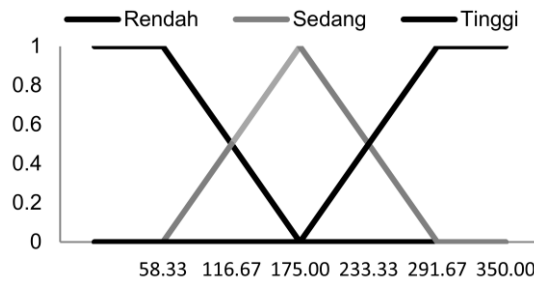
Pada tahap ini model deteksi banjir akan diperoleh dengan menggunakan logika fuzzy, dimana obyek jalan yang akan digunakan adalah jalan-jalan arteri yang berpotensi banjir di Kecamatan Lowokwaru. Sedangkan

pada tahap pengujian akan dilakukan dengan dua tahap yaitu pengujian fungsional dan perhitungan.

Pada penelitian ini obyek lokasi yang digunakan adalah wilayah Kecamatan Lowokwaru di Kota Malang. Jalan yang akan dianalisis adalah jalan arteri.

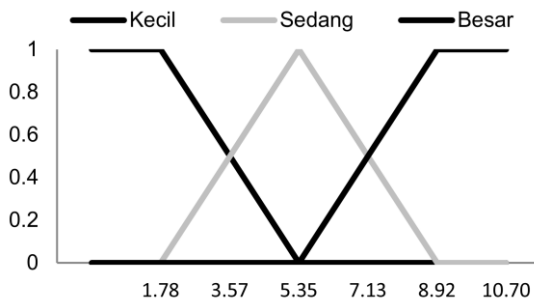
Selanjutnya dilakukan proses input data tiap parameter, masing-masing input dimasukkan dalam rule evaluation, sehingga didapatkan nilai fuzzy output untuk masing-masing rule evaluation. Selanjutnya nilai fuzzy outputnya akan diperoleh dengan menggunakan perhitungan output fuzzy sugeno, formulasi weight average.

$$Final\ Output = \frac{\sum_{i=1}^N w_i z_i}{w_i} \tag{11}$$



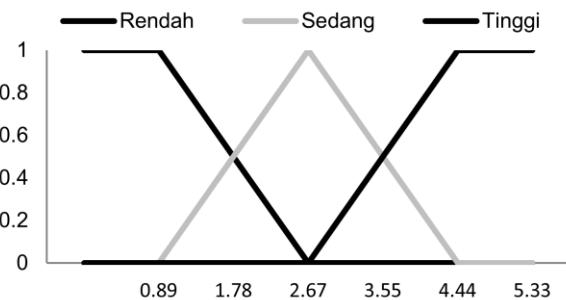
Gambar 6. Fungsi keanggotaan Curah Hujan

Gambar 6 memberikan informasi tentang model fungsi keanggotaan curah hujan, dibagi menjadi tiga variabel parameter yaitu rendah, sedang dan tinggi. Nilai maksimum data fungsi keanggotaan curah hujan adalah 350.



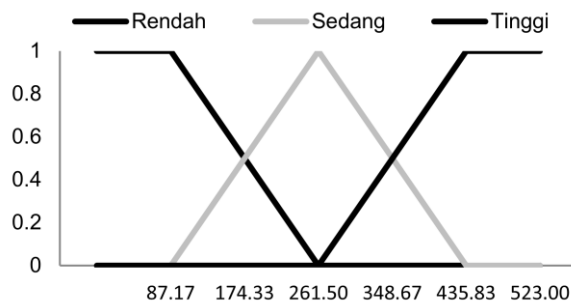
Gambar 7. Fungsi keanggotaan Drainase

Gambar 7 memberikan informasi tentang model fungsi keanggotaan drainase, dibagi menjadi tiga variabel parameter yaitu kecil, sedang dan besar. Nilai maksimum data fungsi keanggotaan drainase adalah 10.70.



Gambar 8. Fungsi keanggotaan Koef. Pengaliran

Gambar 8 memberikan informasi tentang model fungsi keanggotaan koefisien pengaliran, dibagi menjadi tiga variabel parameter yaitu rendah, sedang dan tinggi. Nilai maksimum data fungsi keanggotaan koefisien pengaliran adalah 5.33.



Gambar 9. Fungsi keanggotaan Ketinggian

Gambar 9 memberikan informasi tentang model fungsi keanggotaan ketinggian, dibagi menjadi tiga variabel parameter yaitu rendah, sedang dan tinggi. Nilai maksimum data fungsi keanggotaan ketinggian wilayah adalah 523.

Pada himpunan fuzzy output dibagi menjadi tiga variabel yaitu tidak banjir (0-10), berpotensi banjir (11-60) dan banjir (61-100).

Selanjutnya dengan menggunakan *function fuzzySugenoZero*, akan dihasilkan angka defuzzifikasi antara 0 sampai 100 (*ruleoutput*), *implikasiArr* adalah hasil implikasi dari setiap *rule*. Hasilnya variable *z* dan *w*, dimana *z* adalah *ruleoutput* dan *w* adalah bobotnya.

```
function fuzzySugenoZero(implikasiArr:Array):Number{
    var wArr:Array = new Array();
    for(var i=0;i<implikasiArr.length;i++){
        var imp:Object = implikasiArr[i];
        var z:Number = imp.z;
        if(wArr[z] == null){
            wArr[z] = new Array();
        }
        wArr[z].push(imp.w);
    }
    var resultArr:Array = new Array();
    for(var zi=0;zi<wArr.length;zi++){
        if(wArr[zi] != null){
            wArr[zi].sort(Array.NUMERIC | Array.DESCENDING);
            resultArr.push({z:zi, w:wArr[zi][0]});
        }
    }
    for(var i=0;i<resultArr.length;i++){
        trace(resultArr[i].z+"," +resultArr[i].w);
    }
    return weightedAvg(resultArr);
}
```

Gambar 10. Function fuzzySugenoZero

Selanjutnya setelah masing-masing data di defuzzifikasi didapatkan nilai untuk *ruleoutput*nya dan bobotnya.

Jika kita ambil sebuah contoh data di jalan Sumbersari dengan masing-masing kriteria parameter curah hujan = 250; drainase = 0.775; koefisien pengaliran = 4.85 dan tinggi daerah = 488 di atas permukaan laut maka memiliki fuzzy output = 82.4.

Nilai fuzzy output = 82.4 diperoleh dari perhitungan, setelah masing-masing parameter dimasukkan, berdasarkan karakteristik untuk masing-masing

parameter. Parameter curah hujan memiliki nilai maksimum 350 mm dan nilai data inputnya adalah 250 mm. Parameter drainase nilai maksimumnya 10.7 m³/detik, dan nilai data input 0.775 m³/detik

Parameter koefisien pengaliran maksimum 5.325, nilai data input 4.85. Dan nilai maksimum parameter ketinggian adalah 523 m dpl, posisi ketinggian jalan Bendungan Sigura-gura B adalah 488 m dpl.

Dengan menggunakan *function fuzzySugenoZero*, akan dihasilkan angka defuzzifikasi antara 0 sampai 100 (*ruleoutput*), selanjutnya setelah masing-masing data di defuzzifikasi didapatkan nilai untuk *ruleoutput*nya (*w*) adalah 10, 60 dan 100, dan bobotnya (*z*) adalah 0, 0.64 dan 0.

Langkah berikutnya adalah memasukkan nilai masing-masing *ruleoutput* dan masing-masing bobotnya ke dalam persamaan 11.

$$\text{Final output} = \frac{(10 \times 0) + (60 \times 0.64) + (100 \times 0)}{(0 + 0.64 + 0)} = 60$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Model deteksi banjir telah dibuat dengan menggunakan empat parameter yang berfungsi sebagai input pada inferensi logika fuzzy. Parameter yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah jumlah curah hujan, drainase, koefisien pengaliran dan ketinggian wilayah. Pada proses pengolahan data yang akan digunakan sebagai input, beberapa parameter diolah menggunakan perhitungan rumus hidrolika, sebelum data-data tersebut digunakan sebagai input fuzzy.

Berdasarkan hasil perhitungan dari model potensi banjir dihasilkan bahwa jalan Sumbersari dengan curah hujan 250 mm, drainase 0.775 m³/detik koefisien pengaliran 4.85 dan ketinggian wilayah 488 m dpl memiliki potensi banjir sebesar 60%.

Hasil ini diharapkan mampu memberikan informasi bagi dinas Pekerjaan Umum Kota Malang, terkait potensi banjir yang mungkin terjadi di ruas jalan, dan dalam pemanfaatan aplikasi yang telah dibuat disarankan untuk menggunakan data riil yang terkini.

Untuk hasil yang lebih optimal dan lebih cermat, parameter yang digunakan bisa ditambahkan, sehingga potret kondisi yang sebenarnya bisa dimodelkan secara jelas, lebih detail dan lebih akurat.

Dan untuk bisa digunakan sebagai acuan bagi pihak-pihak yang berkepentingan, sebaiknya data yang digunakan sebagai input fuzzy, dimasukkan secara realtime, menggunakan peralatan sensor, untuk masing-masing parameter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Li Yan, Li Manchun, 2011. Application and Research on Flood Risk Assessment Decision Support System in the Lower Yellow River. IEEE 978-1-61284-848-8/11.
- [2] Lily Montarich, 2010, Hidrologi Praktis, CV Lubuk Agung, ISBN: 978-979-505-205-2
- [3] Kodoatie, RJ dan Sugiyanto. 2002. Banjir Beberapa Penyebab dan Metoda Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan. Pustaka Belajar. Yogyakarta.
- [4] Lockwood, J. G., 1978, World Climatology and Environmental Approach, Whistable. Kent, 330pp.
- [5] Asdak C. 2007. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Jogjakarta : Gadjah Mada University Press.

- [6] Utaya Sugeng, 2008. Perubahan Tata Guna Lahan dan Resapan Air di Kota: Optimalisasi Resapan Air dalam Pengelolaan Lahan Kota Malang. Ujian Terbuka Disertasi, Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- [7] Bakornas, 2007. Pedoman Penanggulangan Bencana Banjir.
- [8] Kusumadewi, S. dan Purnomo, H. (2004) Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan. Graha Ilmu.
- [9] Peraturan Menteri Perhubungan, nomor : KM 14 tahun 2006, Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan.
- [10] Riyanto, Insap Santoso, Teguh Baharata Aji, (2012) Sistem Peringatan Dini Banjir Lahar Dingin Dengan Indikator Signal Suara dan Tinggi Muka Air. SemnasIF 2012 Universitas Gadjah Mada.
- [11] Seyhan, E. 1990. Dasar – dasar Hidrologi. Penerjemah : Ir. Sentot Subagyo. Jogjakarta : Gadjah Mada University Press.
- [12] Naba. A., 2009, Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan Matlab. Penerbit Andi, Deli Publishing.