
PENGGUNAAN ALGORITMA *DECISION MAKING RULES* PADA SWOD (*SAFETY WATER OVERFLOW DETECTION*) UNTUK SISTEM PENGAMBILAN KEPUTUSAN PERINGATAN DINI BAHAYA BANJIR

Herman Yuliandoko¹, Subono², Vivien Arief Wardhany³, Sholeh Hadi Pramono⁴, Ponco Siwindarto⁵

Informatic Engineering Dept. Politeknik Negeri Banyuwangi^{1,2,3}

Electrical Engineering Dept. Brawijaya University^{4,5}

E-mail : sholehpramono,ponco@ub.ac.id

E-mail : herman.yuliandoko; subono;vivien.wardhany@poliwangi.ac.id.

ABSTRACT

The weather is extreme and becomes erratic due to global warming. The intensity of high rainfall, and the lack of land absorption could result in the volume of water in the dam exceeding the overflow capacity. The method of direct observation by the operator periodically becomes ineffective if the water volume condition increases suddenly and the operator is not in the position of the dam or the sluice gate. The ultrasonic sensor of technology for water level and water flow sensor are widely developed today. Problems with the sensors are the decision making algorithm of the detection results have been delayed long enough and often a mistake in making the final decision. SWOD is an early warning system designed to provide information quickly and accurately. The method used is the decision rules to process the height and water flow sensor data so that it gets status normal, siaga, darurat and awas. The result of decision method gives 5.4% reduction of delay time compared to using fuzzy logic method. Method of Decision Rules can be used to support the SWOD system in making decisions.

Keywords: SWOD, decision rules, ultrasonic, water flow, fuzzy logic

ABSTRAK

Indonesia termasuk negara tropis dengan potensi curah hujan tinggi di beberapa daerah. Cuaca ekstrim dan menjadi tidak menentu akibat pemanasan global. Intensitas curah hujan tinggi, serta kurangnya penyerapan lahan bisa mengakibatkan volume air di bendungan melebihi kapasitas luapan. Metode pengamatan langsung oleh operator secara periodik menjadi tidak efektif jika kondisi volume air meningkat tiba-tiba dan petugas tidak berada pada posisi bendungan atau pintu air. Pemanfaatan teknologi sensor *ultrasonic* untuk ketinggian air dan sensor kecepatan air (*water flow*) banyak dikembangkan saat ini. Media transmisi yang digunakan adalah jaringan kabel maupun nirkabel. Permasalahan dengan pemanfaatan sensor tersebut adalah algoritma pengambilan keputusan hasil deteksi mengalami waktu tunda cukup lama dan sering terjadi kesalahan dalam pengambilan keputusan akhir. SWOD adalah sistem peringatan dini yang dirancang untuk memberikan informasi secara cepat dan akurat menggunakan jaringan nirkabel. Metode yang digunakan adalah *decision rules* untuk mengolah data sensor ketinggian dan kecepatan air sehingga diperoleh status normal, siaga, darurat dan awas. Hasil penelitian dari metode *decision rules* memberikan pengurangan waktu tunda sebesar 5.4% dibanding menggunakan metode *fuzzy logic*. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa metode *Decision Rules* dapat digunakan untuk menunjang sistem SWOD dalam mengambil keputusan.

Kata Kunci : SWOD, decision rules, ultrasonic, water flow, fuzzy logic

I. PENDAHULUAN

Potensi bencana banjir yang terjadi secara mendadak akibat intensitas curah hujan tinggi karena cuaca ekstrem dan daya serap air oleh tanah di wilayah Indonesia mengalami penurunan akibat proses alih fungsi hutan menjadi areal perkebunan, pertanian dan perikanan. Bencana banjir selalu menyebabkan kerugian bagi manusia, baik dari material maupun korban jiwa. Dampak perubahan ekosistem, sementara atau permanen dapat terjadi karena proses penanggulangan banjir tidak dilakukan dengan baik. Sistem monitoring dan peringatan dini deteksi bencana banjir banyak dimanfaatkan sebagai obyek penelitian saat ini. Pemanfaatan gelombang frekuensi radio (RF) menjadi pilihan yang tepat sebagai media untuk mengirim data sensor dari sungai ke server penerima. Jenis sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonic untuk mendeteksi ketinggian air dan sensor kecepatan air untuk menentukan kecepatan aliran air sungai. Sistem komunikasi data antar mesin (M2M) dapat digunakan sebagai bentuk jaringan sensor nirkabel yang memanfaatkan *wifi 802.11* dan *Wireless Sensor Network (WSN 802.15.4)*. Sistem komunikasi data antar sensor perlu dilakukan untuk memperkecil peluang terjadinya kesalahan dalam proses pengambilan keputusan akibat perubahan kondisi sungai. Penerapan *mobile application* berbasis android turut menunjang dalam sistem monitoring dan deteksi dini banjir agar perkembangan situasi sungai dapat dimonitoring oleh petugas dimanapun berada.

Salah satu indikator tingkat kehandalan sistem deteksi dini bencana banjir adalah kecepatan pengambilan keputusan oleh server untuk menentukan kondisi sungai. Aplikasi Pemantauan air memanfaatkan pengiriman informasi yang cepat dan akurat dengan menggunakan komputer server sebagai wadah informasi sehingga penanganannya menjadi cepat untuk mengendalikan pintu air. Hasil pemantauan air ini akan dikirim sebagai informasi pengelolaan air sehingga tingkat airnya sesuai untuk kapasitas sungai. Penjaga pintu akan membuka pintu air sampai mencapai zona normal. Inilah salah satu upaya mengantisipasi banjir akibat kenaikan volume air. Proses pengolahan informasi pemantauan kondisi air sungai dalam penelitian ini dibedakan dalam empat kategori yaitu normal, siaga, darurat, dan awas. Sistem pemantauan informasi ketinggian dan kecepatan air dapat memberikan informasi mengenai status permukaan air dan kecepatan aliran air secara real time dan dihubungkan dengan

penerapan *Water Safety Overflow Detection* (SWOD) sehingga antisipasi dan peringatan dini banjir bisa dilakukan lebih cepat dan efisien.

1.1. Rumusan masalah

Berdasarkan kondisi nyata pada aliran sungai atau DAM pengendali banjir, maka dalam penelitian ini dibuatlah alat peraga untuk menguji kehandalan dari sistem *Water Safety Overflow Detection* (SWOD). Beberapa proses yang dilakukan pada alat peraga monitoring dan deteksi dini banjir menggunakan SWOD ini adalah,

1. Bagaimana membuat struktur DAM pengendali banjir sesuai dengan kondisi nyata aliran sungai.
2. Bagaimana membuat topologi jaringan sensor kecepatan aliran air dan ketinggian permukaan air menggunakan ESP 8266.
3. Bagaimana membuat aplikasi yang dapat memantau kondisi sungai menggunakan *web* maupun *mobile application*.
4. Bagaimana memproses pengambilan keputusan dengan cepat dan tepat pada server berdasar data di sungai sebagai dasar peringatan dini untuk selanjutnya dikirim melalui *web* maupun *mobile application*.

1.2. Tujuan Penelitian.

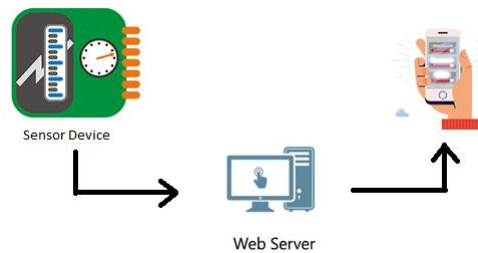
Sistem peringatan dini bencana banjir maupun jenis bencana yang lain memerlukan kehandalan sistem berupa kecepatan dan ketepatan dalam pengambilan keputusan untuk menentukan kondisi pada saat normal, siaga, waspada dan awas. Sehingga pada sistem SWOD ini diterapkan metode *making decision rules* untuk dilakukan penelitian terhadap kecepatan dan ketepatan dalam pengambilan keputusan yang diproses di server sebelum dikirim melalui web. Sebagai pembanding pada sistem SWOD juga diterapkan metode *fuzzy logic*.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Design Sistem

Pada gambar 2.1. ditunjukkan model dari design sistem yang digunakan pada SWOD, perangkat sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonic seperti pada gambar 2.2, dan sensor kecepatan air pada gambar 2.3. Pada gambar 2.4 ditunjukkan Wemos D1 ESP 8266 berfungsi sebagai pemroses data dari sensor dan dikirimkan ke server melalui

wifi. Proses pengiriman data dari wemos D1 menuju server menggunakan topologi mesh, dengan mengacu pada IP static yang diprogram pada mikrokontroller wemos D1. Data yang diterima oleh server diolah untuk menghasilkan data kondisi aliran sungai secara real time. Algoritma *making decision rule* digunakan untuk mengolah data server dalam pengambilan keputusan kondisi sungai secara realtime, notifikasi yang muncul pada layanan server adalah normal, siaga, darurat dan waspada. Apabila aplikasi web pada server dihubungkan ke internet maka, kondisi sungai dapat dipantau melalui *application mobile*.



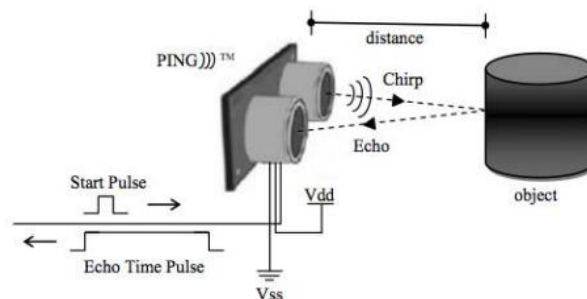
Gambar 2.1. design sistem SWOD

Pada gambar 2.2 menjelaskan sistem kerja dari sensor ultrasonic. Jarak antara waktu pancar dan waktu terima adalah representasi dari jarak objek.

$$S = (t_{IN} \times V) + 2 \tag{1}$$

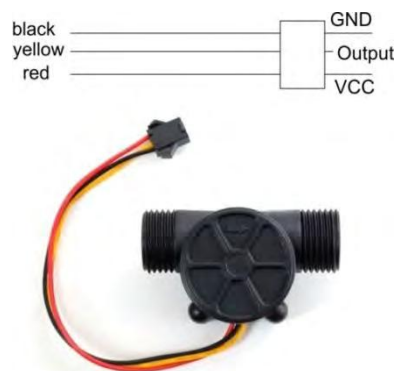
Where,

- S = Jarak antara sensor ultrasonic dan obyek
- V = kecepatan gelombang suara
- t_{IN} = waktu saat gelombang suara dikirim dan diterima



Gambar 2.2. sistem kerja dari sensor ultrasonic

Prinsip kerja dari sensor kecepatan air ini adalah berdasarkan aliran air yang masuk melalui pipa. Di dalam pipa terdapat sudu-sudu yang berfungsi mengubah gerak translasi menjadi gerak putar untuk menggerakkan motor berdasar prinsip *Hall effect*. Adanya medan magnet dan tidak adanya medan magnet menjadi dasar terbentuknya sinyal kotak atau digital. Sinyal digital inilah yang dihitung oleh mikrokontroller menghasilkan nilai debit dan volume air. Persamaan matematika 2 menjadi dasar dari algoritma pada proses konversi sinyal digital dari motor oleh mikrokontroller menjadi jumlah debit dan volume air.



Gambar 2.3. sensor kecepatan air

$$\text{Pulse frequency (Hz)} / 7.5 = \text{flow rate L/min} \quad (2)$$

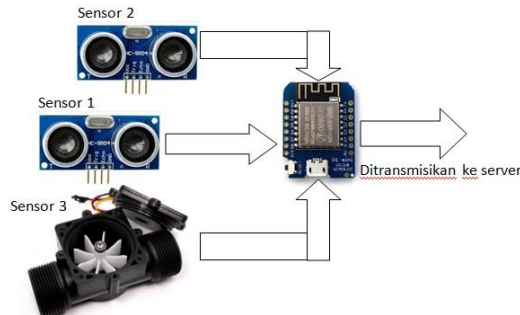
Pada gambar 2.4 menunjukkan gambar wemos mini D1. Sebagai mikrokontroller yang dapat diprogram menggunakan C++ berfungsi menerima data dari sensor untuk selanjutnya diproses berdasarkan algoritma pada persamaan 1 dan persamaan 2.



Gambar 2.4. Wemos D1 ESP 8266

Data dari Wemos D1 akan dikirim oleh melalui jaringan wifi 802.11 terintegrasi menuju IP address static di server. Pada gambar 2.5 menjelaskan secara lengkap tentang

sensor device yang dijelaskan pada gambar 2.1. Pada gambar 2.5 dijelaskan secara terperinci tentang hubungan perangkat sensor dengan wemos mini D1.



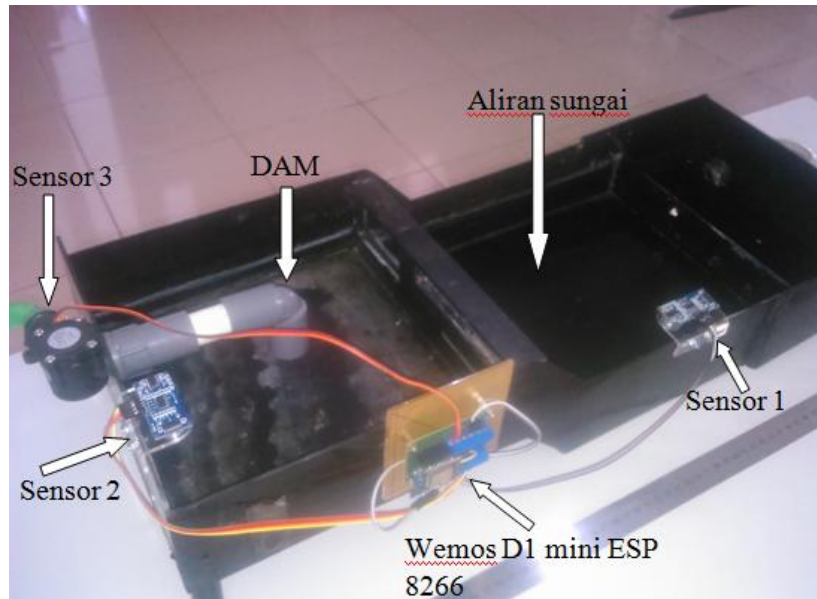
Gambar 2.5 sensor device

Tabel 2.1. menjelaskan mengenai aturan untuk menentukan notifikasi dari keadaan sungai mulai normal, siaga, waspada, dan awas. Rule atau aturan pada tabel 2.1 digunakan sebagai dasar algoritma *make decision rules* dan algoritma *fuzzy logic*. Sensor 1 mengidentifikasi ketinggian air pada aliran sungai, sensor 2 mengidentifikasi ketinggian air pada DAM, sensor 3 mengidentifikasi kecepatan aliran air (*flowmeter*). $h < 4$ cm pada sensor 1 mempunyai arti ketinggian sungai pada alat peraga kurang dari 4 cm. Pada sensor 2 terdapat keterangan $h < 4$ cm dengan arti ketinggian pada DAM di alat peraga kurang dari 4 cm. Sedangkan sensor 3 dengan data < 1275 L/m mempunyai arti kecepatan aliran air kurang dari 1275 Liter/menit.

Pada table 2.1 aturan (rule) yang digunakan untuk notifikasi.

Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	notifikasi	Rule
$h < 4$ cm	$h < 4$ cm	< 1275 L/m	normal	Rule 1
$h < 4$ cm	$h > 4$ cm	< 1275 L/m	normal	Rule 2
$h > 4$ cm	$h < 4$ cm	< 1275 L/m	normal	Rule 3
$h < 4$ cm	$h < 4$ cm	> 1275 L/m	normal	Rule 4
$4\text{cm} > h > 6\text{cm}$	$4\text{cm} > h > 6\text{cm}$	< 1275 L/m	siaga	Rule 5
$4\text{cm} > h > 6\text{cm}$	$4\text{cm} > h > 6\text{cm}$	> 1275 L/m	siaga	Rule 6
$6\text{cm} > h > 7\text{cm}$	$6\text{cm} > h > 8\text{cm}$	< 1275 L/m	waspada	Rule 7
$6\text{cm} > h > 7\text{cm}$	$6\text{cm} > h > 8\text{cm}$	> 1275 L/m	waspada	Rule 8
$h > 7\text{cm}$	$h > 8\text{cm}$	< 1275 L/m	awas	Rule 9
$h > 7\text{cm}$	$h > 8\text{cm}$	> 1275 L/m	awas	Rule 10

Gambar 2.6 menjelaskan bentuk prototype DAM dan aliran sungai. Aliran air menggunakan pompa untuk dilewatkan pada sensor 3, sensor 3 berfungsi mendeteksi kecepatan aliran air. Air yang memenuhi DAM akan dideteksi ketinggiannya oleh sensor 2. Air dari DAM yang jatuh menuju aliran sungai akan dideteksi ketinggiannya oleh sensor 1. Melalui Rule atau aturan pada tabel 2.1. akan ditentukan keputusan akhir melalui notifikasi yang ditampilkan melalui web maupun android.



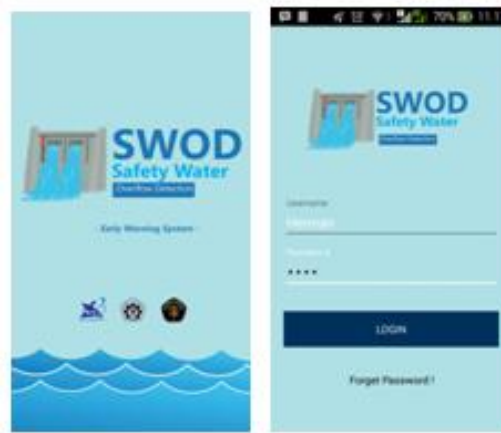
Gambar 2.6. prototype DAM dan aliran sungai

Gambar 2.7 menjelaskan monitoring map dan notifikasi melalui aplikasi web secara real time kondisi aliran sungai.

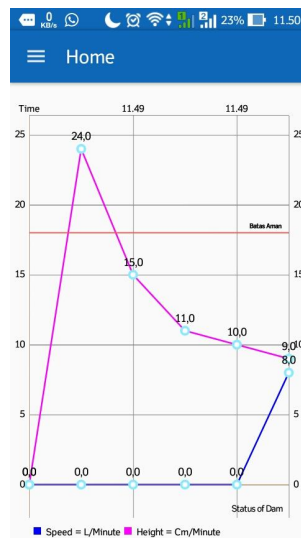


Gambar 2.7. hasil monitoring Map pada computer server

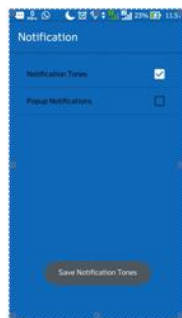
Gambar 2.8 menjelaskan halaman login pada aplikasi android. Gambar 2.9 menjelaskan tampilan grafik dari ketinggian sungai dan kecepatan aliran air



Gambar 2.8 halaman login pada android smartphone



Gambar 2.9 Grafik tampilan ketinggian air dan waterflow pada smartphone

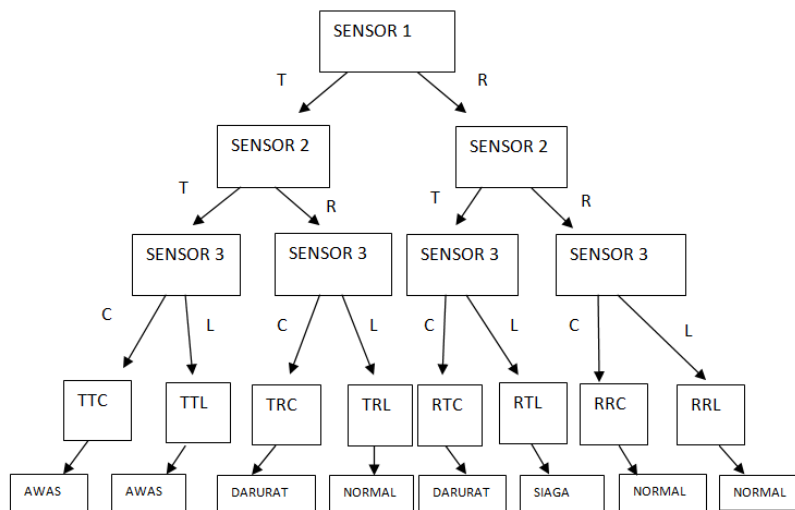


Gambar 2.10. Tampilan notifikasi pada android smartphone

Gambar 2.10 menjelaskan notifikasi kondisi aliran dan tinggi permukaan sungai melalui aplikasi android di smartphone.

2.2. Konsep *Decision Making System*

Algoritma *Decision Making System* seperti pada gambar 2.11 diperlukan untuk mendeteksi secara dini potensi terjadinya bencana banjir secara cepat dan akurat sesuai aturan yang diterapkan pada algoritma tersebut.



Gambar 2.11. *Decision Making System*

T= Permukaan air tinggi

R= Permukaan air rendah

C= Kecepatan air cepat

L= Kecepatan air lambat

Sebagai Contoh apabila didapatkan kode TTC artinya sensor 1 mendeteksi permukaan air sungai tinggi, sensor 2 mendeteksi permukaan air DAM tinggi, sensor 3 mendeteksi aliran air cepat, sehingga dapat diambil keputusan untuk mengirim notifikasi melalui aplikasi web dan application mobile bahwa sungai dalam kondisi awas. Cara seperti ini berlaku juga untuk jenis kode yang lain.

2.3. Konsep *Fuzzy logic*.

Konsep *fuzzy logic* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan tiga komponen utama yaitu, pertama *Fuzzification* yang digunakan pada deteksi kecepatan aliran sungai, jika aliran sungai melebihi 1275 L/m (tabel 2.1) dapat diindikasikan

awas. Kedua *Inference* yang digunakan untuk penalaran menggunakan *fuzzy input* dan *fuzzy rules* yang telah ditentukan pada tabel 2.1. Ketiga *Defuzzification* yang digunakan untuk mengubah fuzzy output menjadi nilai pasti berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan pada tabel 2.1.

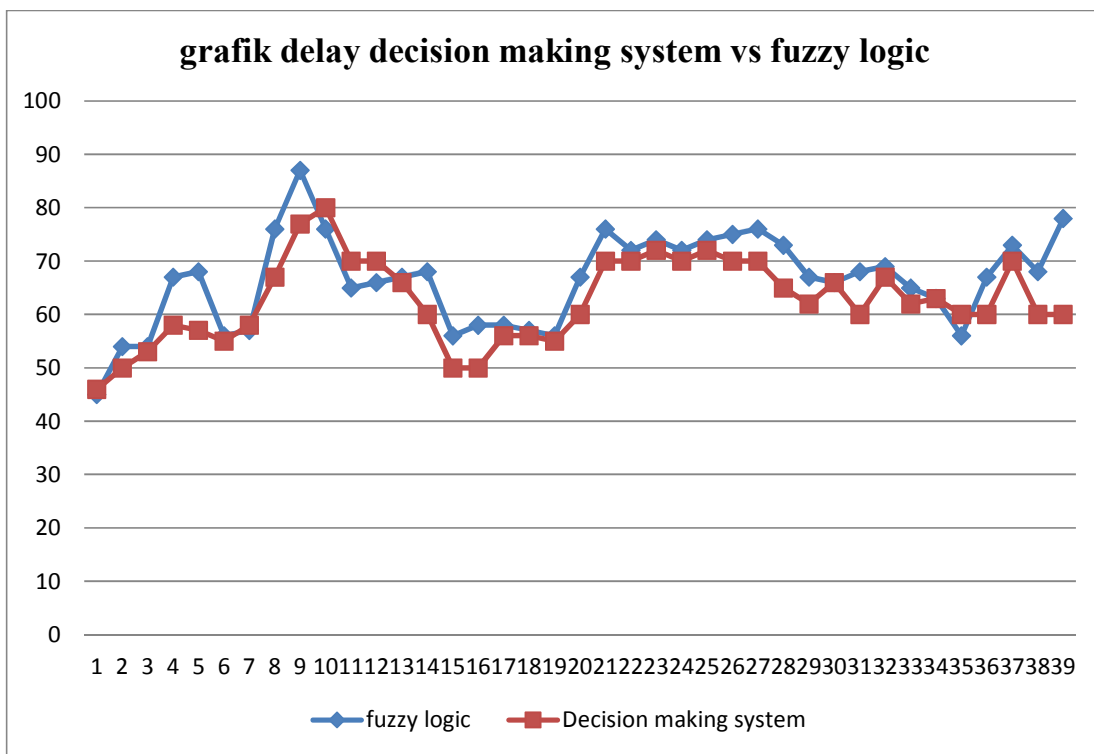
III. HASIL DAN PEMBAHASAN.

Percobaan dilakukan dengan beberapa kondisi yang disesuaikan dengan skenario. Pada penelitian ini dihasilkan data mulai dari ketinggian air pada sensor 1 dan sensor 2 serta kecepatan aliran air pada sensor 3. Perubahan data ketinggian air pada DAM bisa dilakukan melalui level kontrol yang ada pada DAM, begitu juga untuk level kontrol pada aliran sungai. Perubahan tersebut dimaksudkan untuk menguji tingkat presisi dari sensor dalam menentukan ketinggian permukaan air dan kecepatan aliran air. Tujuan perubahan yang lain adalah untuk menguji tingkat kecepatan dan ketepatan pada proses pengambilan keputusan sebagai bentuk *early warning system*.

Tabel 3.1. data delay hasil pengujian menggunakan fuzzy logic dan making decision

waktu 1	waktu 2	selisih	persentase				
				67	60	7	0.104477612
45	46	-1	-0.022222222	76	70	6	0.078947368
54	50	4	0.074074074	72	70	2	0.027777778
54	53	1	0.018518519	74	72	2	0.027027027
67	58	9	0.134328358	72	70	2	0.027777778
68	57	11	0.161764706	74	72	2	0.027027027
56	55	1	0.017857143	75	70	5	0.066666667
57	58	-1	-0.01754386	76	70	6	0.078947368
76	67	9	0.118421053	73	65	8	0.109589041
87	77	10	0.114942529	67	62	5	0.074626866
76	80	-4	-0.052631579	66	66	0	0
65	70	-5	-0.076923077	68	60	8	0.117647059
66	70	-4	-0.060606061	69	67	2	0.028985507
67	66	1	0.014925373	65	62	3	0.046153846
68	60	8	0.117647059	63	63	0	0
56	50	6	0.107142857	56	60	-4	-0.071428571
58	50	8	0.137931034	67	60	7	0.104477612
58	56	2	0.034482759	73	70	3	0.04109589
57	56	1	0.01754386	68	60	8	0.117647059
56	55	1	0.017857143	78	60	18	0.230769231
							0.053736457

Tabel 3.1 menjelaskan tentang waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data dari sensor menuju server tentang kondisi ketinggian air sungai dan kecepatan aliran sungai beserta notifikasi peringatan dini. Kolom waktu 1 adalah *delay* pengiriman data pertama ke data berikutnya menggunakan algoritma *fuzzy logic*, sedangkan kolom waktu 2 adalah *delay* pengiriman data pertama ke data berikutnya menggunakan algoritma *making decision rules*. Kolom selisih menunjukkan beda waktu 1 dan waktu 2. Kolom persentase menunjukkan perbedaan kecepatan antara waktu 1 dan waktu 2 dalam penentuan kehandalan sistem peringatan dini.



Gambar 3.1 Grafik *delay decision making system vs fuzzy logic*

Dari gambar 3.1 dapat dilihat bahwa delay atau waktu tunda dari pengiriman data sensor untuk mendapatkan keputusan akhir, jika menggunakan metode *decision making system* terdapat perbaikan waktu tunda (pada grafik warna coklat), dibanding menggunakan *fuzzy logic* (grafik warna biru). Pada penggunaan metode *decision making system* terdapat perbaikan waktu tunda lebih cepat sebesar 5.4% dibanding menggunakan *fuzzy logic*.

IV. SIMPULAN.

Dari hasil analisa data waktu tunda atau *delay* antara *decision making system* dengan *fuzzy logic* didapatkan perbaikan waktu tunda sebesar 5.4%, dengan pertimbangan metode *decision making system* memiliki waktu respon yang lebih cepat dibanding *fuzzy logic*. Sehingga apabila metode *decision making system* diterapkan pada *SWOD* bisa meningkatkan kehandalan dan kinerja sistem.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Gigih Prio Nugroho, Ary Mazharuddin S, dan Hudan Studiawan (2013). Sistem Pendeteksi Dini Banjir Menggunakan Sensor Kecepatan Air dan Sensor Ketinggian Air pada Mikrokontroler Arduino. *JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 1, (2013) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)*.
- N.Suresh, E.Balaji, K.Jeffry Anto, J.Jenith (2014). RASPBERRY PI BASED LIQUID FLOW MONITORING AND CONTROL. *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology eISSN: 2319-1163 | pISSN: 2321-7308*
- Arief Andi Soebroto, Harry Soekotjo D, Ery Suhartanto (2013). Prototype of the Real Time Decision Support System for Flood Early Warning at Brantas River Basin. *International Journal of Engineering Innovation & Research Volume 2, Issue 3, ISSN: 2277 – 5668*.
- Mr. Sagar.D.Kharde & Mr.Chanaky Kumar (2015). Natural Disasters Alert System Using Wireless Sensor Network. *2015 IJEDR | Volume 3, Issue 4 | ISSN: 2321-9939*
- M V S S BABU M.Tech., MCSA. M jyothi Priyanka,J Sai Cherishma, G Y S Adithya (2017). IoT based floods Alerting system. *SSRG International Journal of Electronics and Communication Engineering - (ICEEMST'17) - Special Issue-March 2017*.