

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada sub bab tinjauan pustaka menjelaskan hal terkait konsep yang digunakan penelitian.

2.1.1 *Wireless Sensor Network (WSN)*

Wireless Sensor Network (WSN) ialah teknologi yang bisa mengontrol dan melakukan komunikasi pada lingkungan dengan proses pengukuran fisik. WSN memiliki node sensor, *sink*, dan *base station* yang dapat saling mengirimkan data menggunakan jaringan internet atau tanpa kabel [7]. Penerapan WSN pada sistem prediksi banjir bertugas menghubungkan sensor dengan *base station*, yaitu menghubungkan sensor *Water Flow* dan Ultrasonik dengan NodeMCU yang bertugas memancarkan sinyal *Wi-Fi* untuk mengakses *Chatbot* Telegram.

2.1.2 *Internet of Things*

Internet of Things atau biasa disingkat dengan *IoT* ialah sebuah konsep dari konektivitas internet yang terhubung tanpa henti. *IoT* bersifat independen yang bisa menghubungkan benda fisik, seperti mesin, peralatan, dan sejenisnya menggunakan jaringan sensor dan aktuator untuk mendapatkan data dan mengatur kemampuan kerjanya sendiri, sehingga mesin dapat berkolaborasi dari informasi terbaru [8]. Dengan menerapkan *IoT* pada penelitian ini, secara otomatis sistem dapat memproses kontrol objek dari jarak jauh dengan menggunakan perangkat ponsel, tablet, komputer, atau sejenisnya.

2.1.3 *Logika Fuzzy*

Logika *fuzzy* merupakan konsep mengenai ilmu ketidakpastian. Suatu ruang *input* dipetakan ke dalam suatu ruang *output* secara akurat menggunakan logika *fuzzy*.

Seorang profesor dari *University of California* di Berkeley, yaitu Lotfi Zadeh ialah orang yang pertama kali memperkenalkan konsep logika *fuzzy* kepada publik [4].

Terdapat metode perhitungan logika *fuzzy*, yaitu metode Sugeno, metode Tsukamoto, dan metode Mamdani. *Fuzzy* Sugeno memiliki keluaran sistem berupa persamaan linier. Pada *fuzzy* Tsukamoto, memiliki fungsi keanggotaan yang monoton [4]. *Fuzzy* Tsukamoto menggunakan defuzzifikasi rata-rata nilai terpusat. Pada *Fuzzy* Mamdani, untuk melakukan evaluasi aturan menggunakan fungsi MIN sebagai mesin inferensinya dan komposisi antar *rule* atau aturan menggunakan fungsi MAX untuk mendapatkan hasil himpunan fuzzy baru [5].

Tingkat akurasi metode fuzzy Sugeno pada data latih tahun 2011, 2012, dan 2013 secara berturut ialah 95.4%, 97.7%, dan 95.4%. Sedangkan pada data testing, didapatkan hasil 100% pada tahun yang sama. Hasil akurasi menunjukkan bahwa sistem *fuzzy* Sugeno baik digunakan untuk perhitungan penelitian sistem prediksi banjir [4].

Metode Sugeno memiliki empat tahapan proses, yaitu Fuzzifikasi, Aplikasi Fungsi Implikasi, Agregasi, dan Defuzzifikasi (penegasan) [9]. Tahap pertama, Fuzzifikasi, yaitu proses pergantian suatu nilai *crisp* ke dalam variabel *fuzzy* yang berupa variabel linguistik, selanjutnya dikelompokkan menjadi himpunan *fuzzy*. Tahap kedua, Aplikasi Fungsi Implikasi, yaitu menggabungkan seluruh variabel *input* dengan menerapkan *t-norm*, yaitu operasi irisan pada himpunan *fuzzy*. Tahap ketiga, Agregasi, yaitu proses penggabungan aturan-aturan *fuzzy* untuk mendapatkan daerah dari komposisi aturan-aturan yang digunakan. Tahap terakhir ialah Defuzzifikasi, yaitu proses mendapatkan nilai *crisp* dari suatu himpunan *fuzzy*.

Dengan menerapkan kajian [9], maka penulis melakukan penelitian pada alat prediksi banjir dengan membandingkan data hasil hitung keluaran *fuzzy* Sugeno yang diolah menggunakan sebuah *tools* MathLAB yang digunakan pada penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang akurat.

2.1.4 Debit Air untuk Prediksi Kenaikan Air

Debit air (*flow rate*) didefinisikan sebagai ukuran volume air yang mengalir pada waktu tertentu yang melewati suatu sungai, saluran, pipa, keran, atau penampang air sejenisnya [10]. Data untuk penentuan debit air (D) pada penelitian ini ialah volume lingkungan air (V) dan waktu yang dibutuhkan air untuk meningkat. Pada penelitian ini, lingkungan uji sungai disimulasikan menjadi wadah uji yang memiliki volume $25 \times 25 \times 50 \text{ cm}^3$ dan debit diciptakan melalui air yang mengalir melalui selang dari sumber air (keran air). Pada sungai sungguhan yang menjadi faktor peningkatan level air pada sungai ialah debit air yang dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya kenaikan level air dan status air.

Debit air dihitung dengan persamaan metode rasional di bawah ini:

$$D = \frac{V}{W} \quad (1)$$

Selanjutnya, maka untuk menghitung intensitas waktu air akan meningkat dengan menggunakan rumus turunan dari rumus debit air dengan:

$$W = \frac{V}{D} \quad (2)$$

Keterangan:

D = Debit air / laju air (Liter atau dm^3 /menit)

V = Lingkungan air / tempat air (Liter atau dm^3)

W = Waktu intensitas air mengalir (menit)

2.1.5 NodeMCU

NodeMCU diumpamakan sebagai mikrokontroler atau *board* ber-*platform IoT* arduino-nya ESP8266 yang mempunyai fitur kecakapan akses terhadap *Wi-Fi* dan juga chip komunikasi USB to serial yang bersifat *opensource*. NodeMCU memiliki perangkat keras buatan *Espressif System* yang berupa sistem tertanam dari

ESP8266. Bahasa pemrograman *firmware* yang digunakan ialah Scripting Lua. Pada penelitian ini, NodeMCU yang digunakan ialah ESP8266 versi Amica

2.1.6 Basis Data Non Relasional

Basis data non relasional atau dikenal NoSql merupakan salah satu model basis data yang tidak berelasi dengan tabel lainnya dan memiliki format penyimpanan yang luwes [11]. Basis data non relasional memiliki kelebihan, yaitu fleksibilitas, skalabilitas, kinerja tinggi, dan fungsionalitas tinggi. Fleksibilitas memiliki kemampuan untuk mempercepat pengembangan basis data. Permodelan data yang fleksibel, sehingga basis data non relasional cocok diterapkan untuk *IoT* yang berbentuk semi terstruktur atau tidak terstruktur. Skalabilitas berfungsi untuk meningkatkan skala dengan menggunakan pengelompokan perangkat keras yang terdistribusi. Pengoptimalan kemampuan kerja pada model data spesifik, dapat berupa dokumen JSON dan pola akses yang memberikan kemampuan kerja menjadi lebih tinggi. Basis data memiliki fungsionalitas yang baik, yaitu setiap model data disediakan API yang khusus dibuat untuk setiap model data yang sesuai. Salah satu basis data non relasional yang memiliki API ialah Firebase *real-time database* [12].

2.1.7 Buzzer

Buzzer merupakan komponen elektronika yang memancarkan suara pasif. *Buzzer* terdiri dari *Buzzer* aktif dan *Buzzer* pasif. *Buzzer* aktif ialah buzzer yang dapat mengeluarkan suaranya sendiri, sehingga untuk menghidupkan buzzer jenis ini dengan menghubungkannya ke listrik tanpa perlu tambahan rangkaian osilator. *Buzzer* pasif ialah *buzzer* yang tidak dapat mengeluarkan suaranya sendiri, sehingga perlu rangkaian osilator untuk membangkitkan suara *buzzer* pasif ini. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan *buzzer* aktif yang otomatis berbunyi ketika hasil deteksi sensor menunjukkan level ketinggian air dalam keadaan bahaya, waspada, dan banjir.

2.1.8 Sensor

1. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik ialah sensor yang bekerja dengan menembakkan suatu gelombang, lalu menangkap gelombang yang dipantulkan untuk menghitung waktu tersebut. Sensor yang digunakan ialah tipe HC-SR04 yang dapat mengukur benda dari jarak 2 centimeter hingga 4 meter dengan akurasi 3 milimeter dengan tingkat kesalahan 4,93% [13]. Alat ini memiliki 4 pin, terdapat pin Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk groundnya. Pin Trigger untuk menembakkan sinyal keluar dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda tersebut [14]. Pada penelitian ini, sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi objek air yang ada pada lingkungan uji dan meneruskan informasi ke mikrokontroler.

2. Sensor *Water flow*

Sensor *Water flow* ialah sensor yang berfungsi sebagai penghitung nilai debit air yang mengalir ketika terjadi pergerakan motor. Kemudian nilai akan dikonversi ke dalam nilai satuan liter (L). Cara kerja sensor ini ialah dengan menggunakan sensor *hall effect* yang didasarkan pada efek medan magnetik terhadap partikel bermuatan yang bergerak. Sensor ini memiliki beberapa bagian, seperti katup plastik, rotor air, dan sensor *hall effect* dengan rata-rata akurasi $\pm 91.00\%$ dengan *error* pembacaan 9% [15]. Pada penelitian ini, sensor *water flow* difungsikan untuk menghitung debit air untuk memperkirakan waktu peningkatan air berdasarkan level ketinggian pada lingkungan uji sungai yang dimodelkan.

2.2 Tinjauan Studi

Pada tinjauan studi, berikut beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penulis sebagai bahan kajian untuk membandingkan perbedaan dari penelitian yang sebelumnya dengan penelitian penulis ialah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Dian Kurniawan, Agung Nugroho Jati, dan Asep Mulyana (2016) dengan judul, “Perancangan dan Implementasi Sistem Monitor Cuaca Menggunakan Mikrokontroler Sebagai Pendukung Sistem Peringatan Dini Banjir” bertujuan untuk *me-monitoring* cuaca secara *real-time*. Sistem tersebut dirancang menggunakan sensor suhu, tekanan udara, dan kelembaban udara [16].
2. Penelitian yang dilakukan oleh Mawarizkar Radhya dan Agus Mulyana (2017) dengan judul, “Perancangan Sistem *Monitoring* Banjir Terpadu Berbasis Android dan *Website*” bertujuan untuk memantau atau *me-monitoring* ketinggian air sungai dengan harapan dapat meminimalisir kerugian dari peristiwa banjir. Sistem tersebut dirancang untuk menampilkan informasi kontrol ketinggian air sungai dan hujan di wilayah tertentu melalui android dan *website* [17].
3. Penelitian yang dilakukan oleh Wahyu Indianto, Awang Harsa Kridalaksana, Yulianto (2017) dengan judul, “Perancangan Sistem Alat Pendeteksi Banjir Peringatan Dini Menggunakan Arduino dan Php” bertujuan untuk membantu si pemilik rumah untuk mengetahui sejak dini terjadinya banjir sehingga dapat menyelamatkan barang – barang berharga (barang yg rentan akan air) untuk ditempatkan atau disimpan di tempat yang lebih aman. Sistem tersebut dirancang untuk menampilkan informasi peringatan dini banjir kepada pengguna melalui SMS [14].
4. Penelitian yang dilakukan oleh Dedi Satria, Syaifuddin Yana, Rizal Munadi, dan Saumi Syahreza (2017) dengan judul, “Sistem Peringatan Dini Banjir Secara Real-Time Berbasis Web Menggunakan Arduino dan Ethernet” bertujuan untuk mengirimkan informasi data ketinggian air dan status banjir aman, waspada, dan bahaya ke sistem informasi *website* [18].
5. Penelitian yang dilakukan oleh Dwi Rahma Ariyani, Zaini, Rahmi Eka Putri (2017) dengan judul, “Sistem *Monitoring* Banjir Pada Jalan Menggunakan Aplikasi Mobile dan Modul Wi-Fi” bertujuan untuk mengirimkan informasi banjir berdasarkan wilayah melalui google maps di aplikasi android [19].
6. Penelitian yang dilakukan oleh Chrisyantar Hasiholan, Rakhmadhany Primananda, dan Kasyful Amron (2018) dengan judul, “Implementasi

Konsep *Internet of Things* pada Sistem *Monitoring* Banjir menggunakan Protokol MQTT” bertujuan untuk menyebarkan informasi banjir melalui *website* sebagai solusi dari permasalahan banjir pada suatu daerah[20].

7. Penelitian yang dilakukan oleh Angga Prasetyo, Moh. Bhanu Setyawan (2018) dengan judul, “Purwarupa *Internet of Things* Sistem Kewaspadaan Banjir dengan Kendali Raspberry Pi” bertujuan untuk memberikan informasi kewaspadaan banjir melalui *Chatbot* Telegram[21].
8. Penelitian yang dilakukan oleh Moh. Fikullah Habibi (2018) dengan judul, “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Deteksi Dini Untuk Kawasan Rawan Banjir Berbasis Arduino” bertujuan untuk mengetahui zona rawan banjir, mempelajari hasil zonasi rawan banjir berdasarkan tipe data hujan yang berbeda, analisis kejadian, dan mengetahui daerah yang memiliki resiko tertinggi [22].
9. Penelitian yang dilakukan oleh Novi Lestari, Satrianansyah, dan Bella Mutia (2018) dengan judul, “*Monitoring* Penanggulangan Banjir dan Alarm Otomatis Berbasis *Internet of Things (IoT)* Di Dinas Sosial Unit Tagana Kota Lubuklinggau” bertujuan untuk memberikan informasi mengenai banjir dan ketinggian air pada *website* di berbagai tempat secara cepat dan mudah di akses [23].
10. Penelitian yang dilakukan oleh Abdullah dan Rizki Fitriana (2020) dengan judul, “Sistem Peringatan Dini Banjir Berdasarkan Ketinggian Air, Debit Air Dan Curah Hujan Dilengkapi Dengan Sistem *Monitoring* Data Sensor” bertujuan untuk untuk mengantisipasi dampak curah hujan tinggi yang terjadi tiba-tiba. Sehingga dirancang alat ini agar dapat memberikan informasi ke masyarakat sekitar sungai [24].

Berdasarkan Tabel 2.1 menampilkan bahwa terdapat kekurangan pada penelitian sebelumnya, yaitu alat *monitoring* tidak dapat memprediksi dan tidak memiliki metode perhitungan untuk menghasilkan *output* dari hasil deteksi sensor dalam *monitoring* banjir, sehingga hasil yang didapatkan belum terjamin keakuratan datanya.

Tabel 2.1 Komparasi Penelitian

No	Penelitian Terkait	Mikrokontroler	Masukan	Proses	Keluaran	Antarmuka
1	Dian Kurniawan, Agung Nugroho Jati, dan Asep Mulyana (2016) dengan judul, “Perancangan dan Implementasi Sistem Monitor Cuaca Menggunakan Mikrokontroler Sebagai Pendukung Sistem Peringatan Dini Banjir”	Arduino Uno	Sensor DHT22 dan Sensor BMP180	Sensor DHT22 mengukur suhu dan kelembapan udara. Sensor BMP180 mengukur tekanan udara (barometric pressure)	Informasi rata-rata suhu, kelembapan, dan tekanan udara (barometric pressure)	Server
2	Mawarizkar Radhya dan Agus Mulyana (2017) dengan judul, “Perancangan Sistem Monitoring Banjir Terpadu Berbasis Android dan Website”	Arduino Uno	Sensor Ultrasonik dan Sensor Hujan	Sensor Ultrasonik mendeteksi jarak objek air dari sensor dan Sensor Hujan mendeteksi curah air hujan	Informasi kontrol ketinggian air sungai dan hujan di wilayah tertentu	Website
3	Wahyu Indianto, Awang Harsa Kridalaksana, Yulianto (2017) dengan judul, “Perancangan Sistem Alat Pendeteksi Banjir	Arduino Uno	Sensor Ultrasonik dan Sensor Water Level	Sensor Ultrasonik mendeteksi jarak objek air dari sensor dan Sensor Water Level mendeteksi ketinggian air	Informasi mengenai banjir dan ketinggian air di berbagai tempat secara cepat dan mudah diakses	SMS ponsel

No	Penelitian Terkait	Mikrokontroler	Masukan	Proses	Keluaran	Antarmuka
	Peringatan Dini Menggunakan Arduino dan Php”					
4	Dedi Satria, Syaifuddin Yana, Rizal Munadi, dan Saumi Syahreza (2017) dengan judul, “Sistem Peringatan Dini Banjir Secara Real-Time Berbasis Web Menggunakan Arduino dan Ethernet”	Arduino Uno	Sensor Ultrasonik	Sensor Ultrasonik mendeteksi jarak objek air dari sensor	Informasi data ketinggian air dan status banjir aman, waspada, dan bahaya	Website
5	Dwi Rahma Ariyani, Zaini, Rahmi Eka Putri (2017) dengan judul, “Sistem Monitoring Banjir Pada Jalan Menggunakan Aplikasi Mobile dan Modul Wi-Fi”	Arduino Uno	Sensor Hujan	Sensor Hujan mendeteksi curah air hujan yang terhubung dengan ground	Informasi banjir berdasarkan wilayah melalui google maps di aplikasi android	Aplikasi Android
6	Chrisyantar Hasiholan, Rakhmadhany Primananda, dan Kasyful Amron (2018) dengan judul, “Implementasi Konsep Internet of Things pada Sistem	Raspberry Pi	Sensor Ultrasonik dan Sensor Suhu	Sensor Ultrasonik mendeteksi jarak objek air dari sensor dan Sensor Suhu mengukur temperatur udara	Informasi level ketinggian air, yaitu rendah, menengah, dan tinggi	Website

No	Penelitian Terkait	Mikrokontroler	Masukan	Proses	Keluaran	Antarmuka
	Monitoring Banjir menggunakan Protokol MQTT”					
7	Angga Prasetyo, Moh. Bhanu Setyawan (2018) dengan judul, “Purwarupa Internet of Things Sistem Kewaspadaan Banjir dengan Kendali Raspberry Pi”	Raspberry Pi	Sensor Ultrasonik	Sensor Ultrasonik mendeteksi jarak objek air dari sensor	Informasi peringatan banjir	Chatbot Telegram
8	Moh. Fikullah Habibi (2018) dengan judul, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Deteksi Dini Untuk Kawasan Rawan Banjir Berbasis Arduino”	Arduino Uno	Sensor Ultrasonik, Sensor Water Level, dan Sensor DHT11	Sensor Ultrasonik mendeteksi jarak objek air pada botol lalu menghidupkan buzzer, Sensor Water Level mendeteksi level ketinggian air, dan Sensor DHT11 mengukur suhu dan kelembaban udara	Informasi data zonasi rawan banjir berdasarkan tipe data hujan yang berbeda, analisis kejadian, dan mengetahui daerah yang memiliki resiko tertinggi pada Website	Website
9	Novi Lestari, Satrianansyah, dan Bella Mutia (2018) dengan judul, “Monitoring Penanggulangan Banjir dan	Arduino Uno	Sensor Ultrasonik	Sensor Ultrasonik mendeteksi jarak objek air dari sensor	Informasi monitoring level ketinggian air	Website

No	Penelitian Terkait	Mikrokontroler	Masukan	Proses	Keluaran	Antarmuka
	Alarm Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT) Di Dinas Sosial Unit Tagana Kota Lubuklinggau”					
10	Abdullah dan Rizki Fitriana (2020) dengan judul, “Sistem Peringatan Dini Banjir Berdasarkan Ketinggian Air, Debit Air Dan Curah Hujan Dilengkapi Dengan Sistem Monitoring Data Sensor”	ATMega 32	Sensor Ultrasonik, Sensor Water Level, Sensor Water Flow	Sensor Ultrasonik mendeteksi jarak objek air dari Sensor Water Level mengukur ketinggian air, dan Sensor Water Flow akan menghitung debit air pada lingkungan uji	Informasi hasil pengukuran curah hujan pada sungai	LCD 16*2
11	Alvijar Akbar Pahlevi (2021) dengan judul “Sistem Peringatan Dini Banjir Berdasarkan Debit dan Tinggi Air Menggunakan ESP8266 dan Perhitungan Logika Fuzzy”	NodeMCU	Sensor Ultrasonik dan Sensor Water flow	Penerapan fuzzy logic pada Sensor water flow akan menghitung jumlah debit untuk memprediksi waktu peningkatan air dan Sensor ultrasonik akan membaca ketinggian level air lalu Chatbot Telegram mengirimkan	Prediksi lamanya waktu sungai akan meluap dan pemberitahuan level ketinggian air secara real-time	LCD 16*2, dan Chatbot Telegram

No	Penelitian Terkait	Mikrokontroler	Masukan	Proses	Keluaran	Antarmuka
				notifikasi ke ponsel		

Pada Tabel 2.2 nomor 1 hingga 10 menampilkan penelitian-penelitian sebelumnya dengan membandingkan nomor 11 menampilkan penelitian penulis. Adapun perbedaan mulai dari mikrokontroler, masukan, proses, keluaran, dan antarmuka. Pada nomor 11 menggunakan NodeMCU sebagai Mikrokontrolernya dengan memanfaatkan konsep logika *fuzzy* Sugeno pada sensor ultrasonik untuk memprediksi lama air akan mengalami peningkatan pada level tertentu dengan hasil yang lebih akurat.