

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan membahas dasar-dasar teori berkaitan dengan penelitian dan peneliti-peneliti sebelumnya. Penelitian ini dibuat dengan adanya teori pendukung yang digunakan, berikut merupakan beberapa teori pendukung yang digunakan.

1.1. Waduk

Waduk adalah daerah yang digenangi badan air sepanjang tahun serta dibentuk atau dibangun atas rekayasa manusia. Waduk dibangun untuk beberapa kebutuhan diantaranya: (1) untuk irigasi; (2) penyedia energi listrik melalui pembangkit listrik tenaga air (PLTA); (3) penyedia air minum; (4) pengendali banjir; (5) rekreasi; (6) perikanan; dan (7) transportasi [5].

Sejalan dengan adanya peningkatan kegiatan budidaya ikan air tawar dengan Keramba Jaring Apung (KJA), maka seringkali terjadi kematian ikan massal di beberapa waduk. Salah satunya yaitu waduk Cirata yang hampir terjadi kematian ikan massal setiap tahunnya karena fenomena *upwelling*, kematian ikan massal ini menyebabkan kerugian dari segi faktor ekonomi, sosial, dan lingkungan. Kerugian ekonomi dan sosial ini yang terjadi berupa kehilangan modal bagi petani KJA, serta kerugian lingkungan yang terjadi berupa bau busuk yang menyengat dan air sekitar waduk berlendir disebabkan dari bangkai – bangkai ikan mati yang dibiarkan membusuk di perairan [11].

1.2. Fenomena *upwelling*

Fenomena *upwelling* adalah sebuah fenomena alam dimana adanya arus bawah air yang naik ke permukaan dipengaruhi dengan angin di atasnya, sehingga arus ini membawa zat-zat beracun sisa dekomposisi pakan dari dasar menuju permukaan, sehingga suhu pada permukaan akan menurun lebih dingin[2]. Fenomena *upwelling* diawali dengan turunnya suhu permukaan karena cuaca mendung atau hujan yang berturut-turut tanpa adanya cahaya matahari. Suhu air yang dingin secara fisik akan turun sampai pada kolom air dengan suhu yang sama, kemudian dengan kekuatan angin dan arus dari sungai akan naik ke kolom permukaan dengan kualitas air yang tercemar (gas-gas racun dan oksigen rendah), sehingga dalam kondisi ini akan membuat ikan stress karena kurangnya oksigen terlarut. Pada kondisi ini petani KJA melakukan antisipasi dengan menguras air pada KJA agar dapat meningkatkan oksigen terlarut dalam KJA, karena jika ikan dalam kondisi stress terus menerus akan menyebabkan kematian pada ikan[2][4][11].

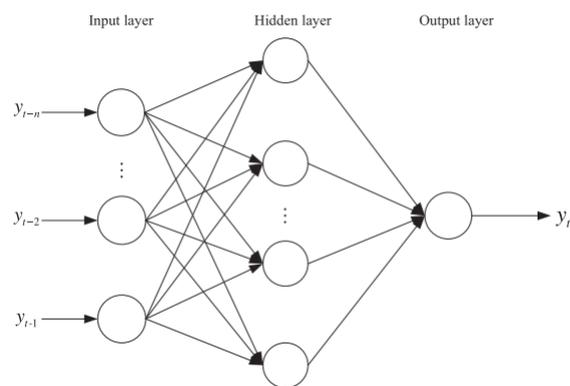
1.3. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan (JST) merupakan sistem kecerdasan tiruan dengan kemampuan belajar dan menghimpun pengetahuan hasil pembelajaran dalam jaringan selnya (neuron) sehingga memungkinkan jaringan secara keseluruhan semakin cerdas merespon masukan/input yang diberikan. Kemampuan belajar dan mengakumulasikan pengetahuan ini memungkinkan sistem jaringan syaraf tiruan untuk dapat beradaptasi dengan lingkungan yang memberikan input kepadanya. Layaknya otak manusia dalam merespon kondisi lingkungan berbeda-beda, peranan JST dalam bidang penelitian dan pengembangan sangat penting di masa

yang akan datang yang menuntut aspek otomatisasi dan aspek interaktif antara alat dan manusia[12].

1.4. Arsitektur Jaringan *Backpropagation*

Backpropagation adalah metode yang paling efektif untuk memperbaiki kinerja jaringan syaraf tiruan. Kelebihan utama dari metode ini adalah kemampuannya untuk mengatasi masalah pembelajaran non-linear dan menyesuaikan bobot jaringan dengan cepat. Namun, metode ini memiliki kelemahan, seperti memerlukan waktu proses yang cukup lama dan memerlukan banyak data pelatihan.



Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan Backpropagation

Perancangan arsitektur jaringan syaraf tiruan yang disusun sedemikian rupa sesuai dengan algoritma pembelajaran yang dipilih, menggunakan algoritma pembelajaran backpropagation dengan model jaringan yang terdiri dari lapisan masukan atau input layer, lapisan tersembunyi atau hidden layer dan keluaran atau output layer. Backpropagation memiliki proses pembelajaran maju dan perbaikan kesalahan secara mundur. Model jaringan ini sering digunakan untuk proses prediksi, pengenalan dan peramalan, maka dari itu arsitektur jaringan

Backpropagation akan digunakan dalam penelitian ini. Berikut ini adalah turunan dari rumus fungsi Jaringan Syaraf Tiruan dengan model jaringan *Backpropagation*.

$$\text{Norm Data} = \frac{x - x_{\min \text{ data}}}{x_{\max \text{ data}} - x_{\min \text{ data}}} \quad (3.1)$$

Keterangan :

Norm Data = Nilai data normalisasi

x = Nilai data

$x_{\min \text{ data}}$ = Nilai terendah dari x

$x_{\max \text{ data}}$ = Nilai tertinggi dari x

Sebelum data di proses sebagai masukkan Jaringan Syaraf Tiruan, data tersebut perlu di normalisasi agar tidak ada data yang *dominan*, sehingga hasilnya akan lebih baik. Data dinormalisasikan ke rentang sesuai dengan fungsi aktivasi yang di pakai, fungsi aktivasi yang dipakai pada penelitian ini dengan menggunakan fungsi aktivasi logsig dengan turunan rumus (3.2) dibawah ini.

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (3.2)$$

Keterangan :

$f(x)$ = Nilai fungsi dari x

Fungsi logsig digunakan untuk normalisasi dengan rentan nilai keluaran diantara 0 sampai 1, untuk setiap data masukkan x hitung nilai keluaran menggunakan fungsi aktivasi dan bobot saat ini dengan melakukan *feedforward* pada jaringan.

$$E = \frac{1}{2 * (t - y)^2} \quad (3.3)$$

Keterangan :

E = Nilai Error

t = Target data

y = Keluaran yang di hasilkan jaringan

Pada (3.3) akan dihitung nilai kesalahan (error) pada keluaran jaringan dengan menggunakan fungsi *loss* yang diinginkan. Pada penelitian ini fungsi *loss* yang digunakan yaitu MSE (*Mean Square Error*). Menghitung nilai MSE bertujuan untuk mengevaluasi seberapa akurat model atau algoritma dalam memprediksi nilai yang diinginkan.

$$\delta k = (t - y) * y * (1 - y) \quad (3.4)$$

$$\delta j = \sum(\delta k * w_{kj}) * y * (1 - y) \quad (3.5)$$

Keterangan :

δk = Nilai error dilapisan keluaran

δj = Nilai error dilapisan tersembunyi

w_{kj} = Bobot lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran

Kemudian pada (3.4) dan (3.5) akan dihitung gradien dari kesalahan MSE terhadap setiap bobot pada setiap lapisan, dengan melakukan *Backpropagation*. Kemudian akan dihitung gradien kesalahan terhadap bobot menggunakan gradien kesalahan dan masukkan pada neuron :

$$\frac{\partial E}{\partial w} = \delta * x \quad (3.6)$$

Keterangan :

δ = Gradien kesalahan pada neuron

$$\frac{\partial E}{\partial b} = \delta \quad (3.7)$$

Pada (3.7) akan dihitung nilai bias pada lapisan tersembunyi untuk menyesuaikan bias pada setiap neuron, untuk meminimalkan fungsi error E secara keseluruhan. Kemudian akan digunakan gradien kesalahan untuk memperbaharui nilai bobot dan bias dengan :

$$w_{new} = w_{old} + \Delta w \quad (3.8)$$

Keterangan :

w_{new} = Bobot baru

w_{old} = Bobot lama

$$b_{new} = b_{old} + \Delta b \quad (3.9)$$

Keterangan :

b_{new} = Bias baru

b_{old} = Bias lama

Pada Δb dan Δw akan dihitung sebagai berikut :

$$\Delta w = -\alpha * \frac{\partial E}{\partial w} \quad (3.10)$$

$$\Delta b = -\alpha * \frac{\partial E}{\partial b} \quad (3.11)$$

Keterangan :

α = Laju pembelajaran (*Learning Rate*)

Pada turunan fungsi (3.1) hingga (3.11) akan diulangi terhadap data pelatihan selama beberapa saat *iterasi* hingga mendapatkan nilai kesalahan yang kecil.

1.5. Arduino Mega

Arduino Mega adalah salah satu board mikrokontroler yang di kembangkan oleh Arduino, yang didesain dengan spesifikasi dan fitur yang lebih tinggi dibandingkan dengan board Arduino lainnya. Board ini menggunakan mikrokontroler AVR ATmega2560, yang memiliki lebih banyak pin *input* dan *output*, digital dan analog serta memori program yang lebih besar. Dengan spesifikasi dan fitur yang lebih tinggi, Arduino Mega cocok digunakan untuk aplikasi yang memerlukan banyak pin *input* dan *output*, pemrosesan data yang kompleks, dan koneksi serial yang lebih banyak.

Arduino sangat berguna dalam berbagai bidang, seperti robotika, *internet of things* (IoT), automasi industri, pembuatan alat-alat elektronik, dan lain-lain. Kelebihan dari Arduino adalah mudah digunakan, mudah diprogram, dan dapat digunakan untuk mengontrol berbagai perangkat elektronik. Arduino juga dapat digabungkan dengan berbagai perangkat tambahan, seperti sensor, module, dan shield, untuk menambah fungsi dan kapabilitas sistem yang dikembangkan.

Arduino sangat bermanfaat dalam dunia pengembangan sistem yang mengutamakan interaktifitas, dan dapat digunakan untuk mengontrol berbagai jenis peralatan, seperti lampu, motor, sensor suhu dan tekanan, dll. Sistem yang dibangun dengan Arduino dapat dioperasikan secara otomatis atau dengan menggunakan kontrol manual, seperti dengan menggunakan perangkat komunikasi seperti Wi-Fi, Bluetooth, dan lain-lain.



Gambar 2.2 Arduino Uno

1.6. Sensor Suhu DS18B20

Kebanyakan sensor suhu memiliki tingkat rentang terukur yang sempit serta akurasi yang rendah namun memiliki biaya yang tinggi. Sensor suhu DS18B20 dengan kemampuan tahan air (*waterproof*) cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit, atau basah. Karena keluaran data sensor ini merupakan data digital, maka kita tidak perlu khawatir terhadap degradasi data ketika menggunakan untuk jarak yang jauh. DS18B20 menyediakan 9 bit hingga 12 bit yang dapat dikonfigurasi data. Karena setiap sensor DS18B20 memiliki silikon serial number yang unik, maka beberapa sensor DS18B20 dapat dipasang dalam 1 bus. Hal ini memungkinkan pembacaan suhu dari berbagai tempat. Meskipun secara datasheet sensor ini dapat membaca suhu hingga 125°C, namun dengan penutup kabel dari PVC disarankan untuk penggunaan tidak melebihi 100°C. Berikut adalah **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor Suhu DS18B20

Tegangan Masukan	3 – 5 V power / data
Akurasi	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ sampai -10°C , dan -10°C sampai $+85^{\circ}\text{C}$
Batas Temperature	-55 sampai 125°C atau -67°F sampai $+257^{\circ}\text{F}$
Menyediakan 9 bit hingga 12 bit yang dapat dikonfigurasi data	
Menggunakan 1 kabel Antarmuka (Interface) dan hanya 1 digital pin untuk komunikasi	
Data pengenalan Identitas yang disimpan 64 bit	
Bahan Stainless Steel	

**Gambar 2.3** Sensor suhu DS18B20

1.7. Aki (*Accumulator*)

Aki atau Storage Battery adalah sebuah sel atau elemen sekunder dan merupakan sumber arus listrik searah yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Aki termasuk elemen elektrokimia yang dapat mempengaruhi zat peraksi nya, sehingga disebut elemen sekunder. Kutub positif aki menggunakan lempeng oksida dan kutub negatifnya menggunakan lempeng timbal, sedangkan larutan elektrolitnya adalah larutan asam sulfat.

Ketika aki dipakai, terjadi reaksi kimia yang mengakibatkan endapan pada anode (reduksi) dan katode (oksidasi). Akibatnya, dalam waktu tertentu antara anode dan katode tidak ada beda potensial, artinya aki menjadi kosong. Agar aki dapat dipakai lagi, harus diisi dengan cara mengalirkan arus listrik ke arah yang berlawanan dengan arus listrik yang dikeluarkan aki tersebut. Ketika aki diisi akan terjadi pengumpulan muatan listrik.

Pengumpulan jumlah muatan listrik dinyatakan dalam ampere jam, yaitu yang disebut dengan tenaga aki. Pada kenyataannya, pemakaian aki tidak dapat mengeluarkan seluruh energi yang tersimpan aki itu. Oleh karenanya, aki mempunyai rendemen atau efisiensi. Pada tugas akhir ini aki yang digunakan yaitu aki dengan sumber tegangan 12VDC karena menyesuaikan dengan kondisi di Karamba Jaring Apung (KJA) Waduk Cirata yang dialiri listrik hanya selama 12 jam pada pukul 18.00 - 06.00.

1.8. Modul Charger Aki Otomatis XH M601

Modul charger aki otomatis XH M601 adalah sebuah modul yang digunakan untuk mengisi daya baterai secara otomatis. Modul ini memiliki fungsi untuk mengontrol proses pengisian daya baterai dan memastikan bahwa daya baterai terisi dengan benar. Modul ini memiliki fitur penting, seperti pengendalian tegangan dan arus secara otomatis, perlindungan terhadap overcharge, sehingga dapat memastikan bahwa baterai dan modul terlindungi dari kerusakan.



Gambar 2.4 Modul Charger Otomatis XH M601

Arsitektur Modul Charger Aki Otomatis XH M601 terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

- a. Regulator tegangan: Berfungsi untuk menstabilkan tegangan masukan dan mengubahnya menjadi tegangan yang diperlukan oleh baterai.
- b. Microcontroller: Berfungsi sebagai pengontrol utama yang memantau kondisi baterai dan memutuskan kapan baterai harus diisi.
- c. FET (Field Effect Transistor): Berfungsi sebagai switch untuk mengalirkan arus pengisian ke baterai.
- d. Indikator LED: Berfungsi untuk menunjukkan status pengisian baterai dan kondisi sistem.

1.9. Sensor Intensitas Cahaya BH1750

BH1750 adalah sensor cahaya digital yang dapat mengukur intensitas cahaya sekitar dengan presisi tinggi. Sensor ini memiliki resolusi tinggi, rentang dinamis yang luas, dan tidak memerlukan kalibrasi tambahan. Sensor cahaya ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pengukuran intensitas cahaya dalam ruangan, sistem penerangan otomatis, dan penelitian lingkungan. Sensor ini bekerja dengan cara mengubah cahaya menjadi sinyal listrik yang kemudian dapat dibaca

oleh mikrokontroler Arduino. Sensor BH1750 memiliki keunggulan dalam pengukuran cahaya lingkungan, karena dapat menyesuaikan tingkat kepekaan sensor terhadap intensitas cahaya.



Gambar 2.5 Sensor intensitas cahaya BH1750

1.10. Raindrop Sensor

Sensor hujan adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi adanya air hujan. Sensor ini berupa alat sederhana yang hanya berfungsi untuk mendeteksi kelembaban atau kebasahan. Cara kerja sensor hujan adalah dengan memanfaatkan sifat konduktif dari air. Ketika air jatuh ke atas sensor akan mendeteksi adanya perubahan konduktivitas yang dihasilkan oleh adanya air tersebut. Sinyal yang dihasilkan oleh sensor kemudian akan diolah oleh mikrokontroler untuk menghasilkan *output* yang sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2.6 Sensor Hujan

1.11. Modul GSM SIM800

Modul GSM SIM800 adalah perangkat yang bisa digunakan untuk menggantikan fungsi handphone. Untuk komunikasi data antara sistem jaringan seluler, maka digunakan Modul GSM SIM800 yang digunakan sebagai media panggilan telephone cellular. Protokol komunikasi yang digunakan adalah komunikasi standar modem yaitu AT Command. Modul SIM800 di Indonesia banyak digunakan pada industri bisnis rumahan dan bahkan skala besar, mulai dari fungsi untuk controller berbasis SMS, WEB, Call sistem hingga sebagai penggerak perangkat elektronik jarak jauh.

AT+Command adalah sebuah kumpulan perintah yang digabungkan dengan karakter lain setelah karakter „AT“ yang biasanya digunakan pada komunikasi serial. Dalam penelitian ini *ATcommand* digunakan untuk mengatur atau memberi perintah modul GSM/CDMA. Perintah *ATCommand* dimulai dengan karakter “AT” atau “at” dan diakhiri dengan kode (0x0d).



Gambar 2.7 Modul GSM Sim800