

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Pada penelitian ini menggunakan data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Kota Cilacap tahun 2021 dan 2022 yang diperoleh dari website Data Online BMKG dan menggunakan data curah hujan dari sensor *load cell*. Pada penelitian ini sensor curah hujan memanfaatkan sensor *load cell* untuk memperoleh data.

#### **3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN**

Penelitian ini membutuhkan alat pengukuran curah hujan untuk mendapatkan data dari sensor *load cell* agar dapat digunakan sebagai masukan pada Jaringan Saraf Tiruan (*Backpropagation*). Untuk melakukan pengukuran dan prediksi curah hujan pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*).

##### **3.1.1 Perangkat Lunak (*Software*)**

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

1. Arduino IDE, digunakan sebagai *software* yang terhubung dengan mikrokontroler berupa Arduino ATmega328 yang mana terhubung dengan sensor *load cell*. Pada penelitian ini *Software* Arduino digunakan untuk memprogram mikrokontroler sesuai dengan penelitian yang dibuat.
2. *Software* Matlab (2016a), *software* matlab digunakan untuk simulasi dan analisis dalam memprediksi curah hujan dengan masukan berupa data dari sensor *load cell*. Pada penelitian ini matlab digunakan untuk memprogram pada Jaringan Saraf Tiruan (JST) dengan metode *Backpropagation*.

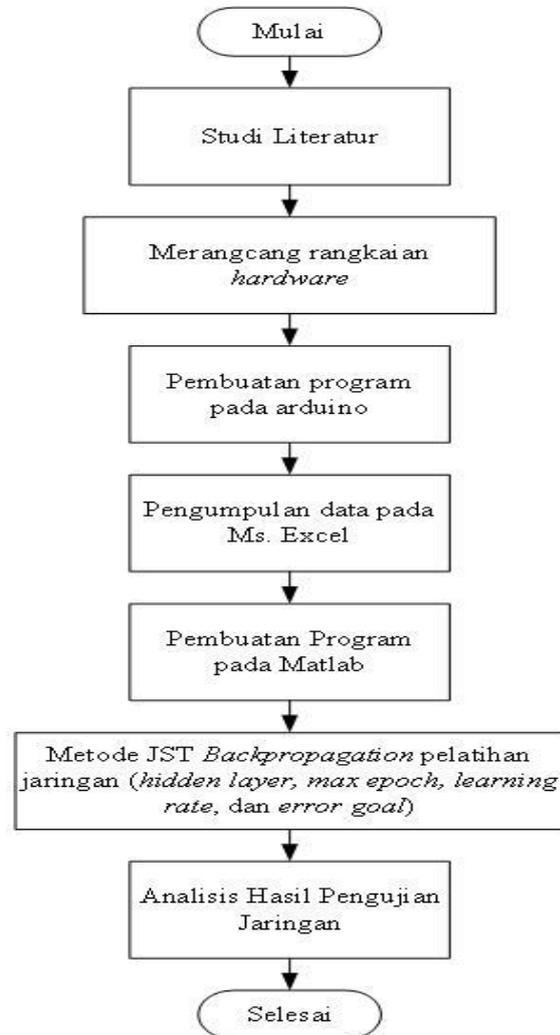
##### **3.1.2 Perangkat Keras (*Hardware*)**

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini yaitu rangkaian untuk memprediksi curah hujan dan laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. I5-5005U
2. *Window* 10
3. RAM 2 GB

### 3.2 ALUR PENELITIAN

Tahap-tahap yang digunakan untuk penelitian sesuai dengan blok diagram alur penelitian yang dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok Diagram Alur Penelitian

Sesuai dengan blok diagram alur penelitian pada gambar 3.1 penelitian dimulai dengan melakukan studi literatur untuk melakukan perbandingan teori dari penelitian sebelumnya terkait prediksi curah hujan dan membaca berbagai macam sumber dari artikel, buku, dan jurnal dari internet yang dapat menunjang cara kerja dan sistem pada setiap peralatan yang digunakan. Dari penelitian sebelumnya diidentifikasi permasalahannya yang kemudian dari permasalahan tersebut dijadikan sebagai referensi untuk penelitian ini. Perancangan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu merancang *hardware* pada rangkaian mikrokontroler menggunakan Arduino ATmega328, LCD, *Real Time Clock* (RTC), dan sensor menggunakan sensor *load cell*. Mikrokontroler dihubungkan dengan sensor *load*

*cell*, *Real Time Clock* (RTC) dan LCD menggunakan jumper. Dari mikrokontroler terhubung dengan *software* Arduino IDE sebagai pembuatan program untuk menjalankan rangkaian tersebut.

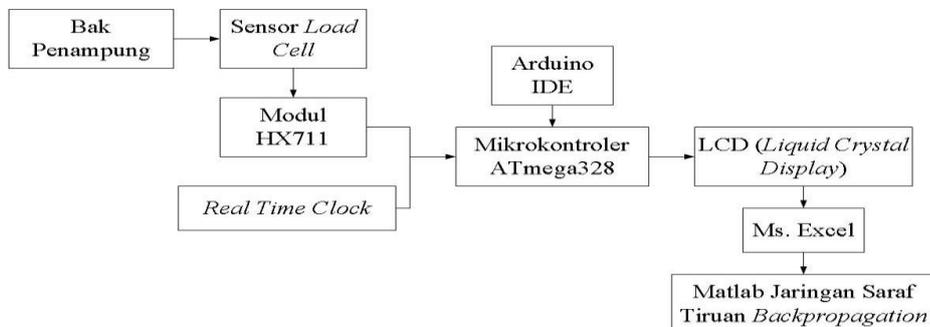
Data keluaran dari sensor *load cell* dikumpulkan dalam waktu 2 bulan sebagai data curah hujan yang disimpan pada Ms. Excel. Dari data yang sudah terkumpul kemudian digunakan sebagai masukkan pada *software* matlab. *Software* matlab digunakan sebagai proses pembuatan program untuk metode Jaringan Saraf Tiruan menggunakan metode *Backpropagation*. Pada Jaringan Saraf Tiruan metode *Backpropagation* dilakukan pembelajaran dan pengujian jaringan berupa masukkan data (*input data*) yang sudah dinormalisasi dan parameter berupa *hidden layer*, iterasi atau *epoch*, *learning rate*, dan *error goal*. Tahap selanjutnya dilakukan analisis pada hasil pengujian jaringan dengan melihat nilai MSE. Jika mendapatkan nilai MSE yang diinginkan, maka sistem prediksi curah hujan berjalan dengan baik.

### 3.3 PERANCANGAN SISTEM

Tahap perancangan sistem untuk penelitian ini menggunakan beberapa perancangan sistem diantaranya perancangan sistem pada *hardware*, perancangan sistem pada *software* dan juga skematik pada sistem.

#### 3.3.1 Perancangan Sistem pada *Hardware*

Pada perancangan *hardware* untuk penelitian ini digunakan sebagai penyusunan beberapa komponen pada rangkaian yang dibuat, dimana komponen mempunyai tugas masing-masing diantaranya sebagai proses *input*, pengolahan data, dan proses *output*. Blok diagram untuk perancangan *hardware* dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Blok Diagram Perancangan Sistem Pada Hardware

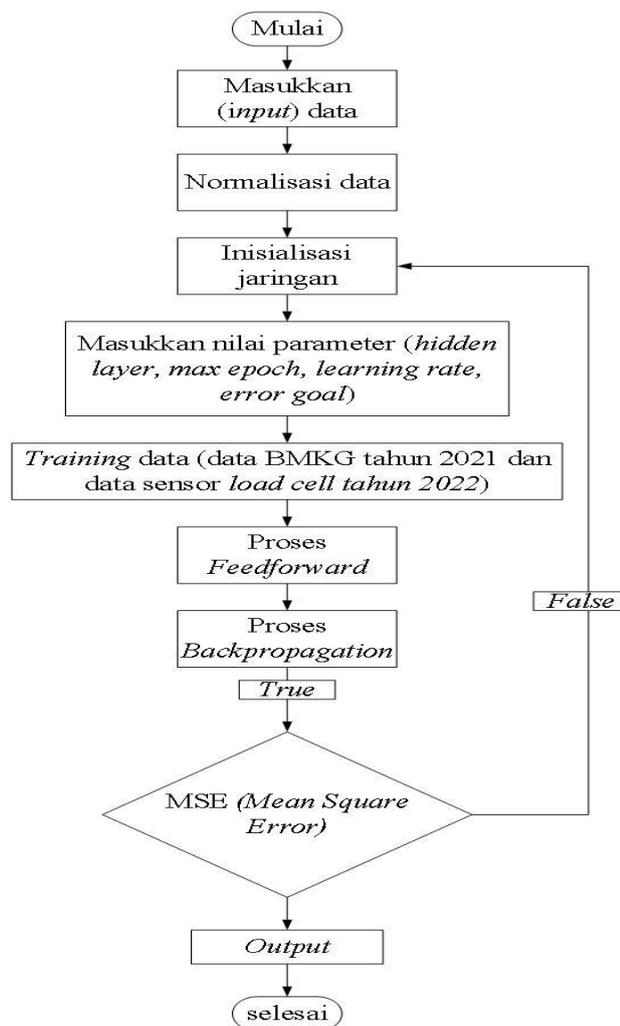
Pada desain alat menggunakan bentuk kotak dari bahan kaca seperti akuarium dan penutup berupa mika yang dilubangi untuk meletakkan corong dan dibawah

corong terdapat ember sebagai bak penampung. Air hujan yang turun akan masuk melalui corong dan ditampung oleh bak penampung yang nantinya ditimbang sensor *load cell*. Untuk prinsip kerja perancangan sistem *hardware* pada penelitian ini bak penampung digunakan untuk menampung air hujan dan diukur massa beban air menggunakan sensor *load cell* yang terhubung dengan mikrokontroler ATmega328. Sensor *load cell* terhubung dengan modul HX711 yang mana modul tersebut berfungsi untuk mengkonversi perubahan terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversi ke dalam besaran tegangan dimana tegangan tersebut sebagai keluaran dari sensor *load cell* dan dikirim ke mikrokontroler ATmega328. *Real time clock* (RTC) terhubung dengan mikrokontroler ATmega328 yang berfungsi untuk mengetahui waktu terjadinya hujan. Mikrokontroler ATmega328 dijalankan dengan menggunakan program dari Arduino IDE. Pada mikrokontroler ATmega328 akan mengkonversi tegangan dari sensor *load cell* dan menjadikan keluaran berupa besaran curah hujan dalam bentuk milimeter (mm). Keluaran nilai besaran curah hujan ditampilkan pada layar LCD (*Liquid Crystal Display*). Nilai atau data keluaran curah hujan dimasukkan ke dalam Ms. Excel yang nantinya sebagai masukan pada Matlab Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*. Pada penelitian ini pengukuran dilakukan secara terus menerus setiap hari selama 2 bulan.

### **3.3.2 Perancangan Sistem pada *Software***

Perancangan sistem pada *software* menggunakan sensor *load cell* dan metode Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*. Untuk alur perancangan sistem pada *software* dapat dilihat pada gambar 3.3. Tahap pertama merupakan tahap melakukan pembuatan dan menjalankan *coding* pada Matlab sesuai dengan *hardware* yang sudah dirancang sesuai dengan urutan alur perancangan sistem pada *hardware*. Setelah program telah tersusun dengan benar, lanjut ke tahap memasukkan data yang digunakan berupa data curah hujan yang disimpan pada Ms. Excel. Data tersebut dinormalisasi terlebih dahulu agar data menemukan *range* tertentu dan normalisasi data pada penelitian ini menggunakan metode minimum-maximum. Tahap berikutnya terdapat proses pemberian nilai pada bobot yang digunakan untuk proses pembelajaran. Masukkan nilai parameter-parameter yang terdiri dari *hidden layer*, *max epoch*, *learning rate*, dan *error goal* sampai menemukan nilai yang tepat untuk melakukan *training* data. Untuk mencari

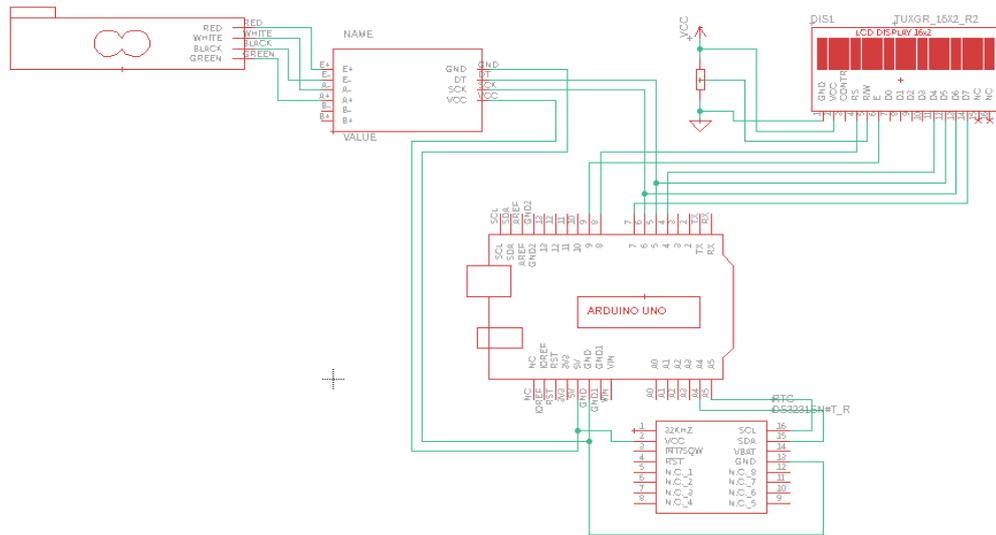
*training* data menggunakan data dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kota Cilacap pada tahun 2021 dan data keluaran dari sensor *load cell* 2022 dengan periode bulan April sampai Mei dimana *training* data merupakan proses pembelajaran jaringan saraf tiruan (*backpropagation*). Setelah melakukan *training* data, dilakukan proses *feedforward* dengan terkoneksi neuron di suatu layer dengan neuron pada layer yang berbeda. Untuk *backpropagation* merupakan proses pembelajaran untuk selalu mengubah bobot sampai memperoleh bobot yang optimal dengan melihat nilai pada *error*. Jika selisih atau MSE dari keluaran aktual memiliki selisih yang terlalu besar dengan keluaran target, maka dilakukan proses pembelajaran secara terus menerus dan kembali ke tahap inialisasi bobot untuk perubahan bobot sampai hasil keluaran aktual dan keluaran target mendapatkan selisih yang kecil. Keluaran yang diinginkan berupa dari nilai keluaran aktual paling mendekati nilai keluaran target.



Gambar 3.3 Blok Diagram Perancangan Sistem Pada *Software*

### 3.3.3 Skematik sistem

Skematik sistem pada penelitian ini sensor *load cell* seperti pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Skematik Sistem

Sensor *load cell* terhubung dengan modul HX711 dengan kabel merah pada sensor dihubungkan ke port E+ pada modul HX711, kabel berwarna putih dihubungkan dengan port A- pada modul HX711, untuk kabel berwarna hitam dihubungkan dengan port E- pada modul HX711, dan kabel berwarna hijau pada sensor dihubungkan dengan port A+ pada modul HX711. Dari modul HX711 terhubung dengan mikrokontroler arduino uno (ATmega328) dimana port *ground* (GND) dihubungkan dengan port *ground* (GND) pada arduino uno, pada port DT dihubungkan dengan port 3 di arduino uno, pada port SCK dihubungkan dengan port 2 di arduino uno, dan untuk port VCC dihubungkan dengan port 5V di arduino uno.

Untuk *Real Time Clock* (RTC) terhubung dengan arduino uno (ATmega328) dimana port SCL dihubungkan dengan port A5, port SDA dihubungkan pada port A4, untuk port VCC dihubungkan dengan port 5V dan untuk port *ground* atau GND dihubungkan dengan port *ground* atau GND pada arduino uno. Untuk *Liquid Crystal Display* (LCD) dimana port D4 dihubungkan ke port 4, D5 ke port 5, D6 ke port 6 dan D7 ke port 7. Untuk port E pada LCD dihubungkan dengan port 9, port RS dihubungkan dengan port 8, sedangkan port RW dihubungkan ke resistor dengan nilai 10kohm yang mana kaki resistor terhubung dengan *ground* (GND) dan VCC. Untuk port *ground* (GND) pada LCD terhubung dengan port GND pada resistor dan untuk port VCC pada LCD terhubung dengan port VCC pada resistor.

### 3.4 METODE PENGUJIAN

Metode pengujian dilakukan untuk menguji sensor *load cell* untuk mengetahui tingkat keakuratan pada sensor yang digunakan. Terlebih dahulu dilakukan kalibrasi pada sensor. Pada umumnya kalibrasi pada sensor *load cell* untuk menentukan ukuran gram yang sesuai dengan beban dari air hujan. Kalibrasi dilakukan dengan program arduino IDE. Jika pada pembacaan sensor *load cell* tidak sesuai dengan beban/massa asli maka disesuaikan nilai kalibrasi dengan menurunkan atau menaikkan nilai kalibrasi sampai pembacaan sensor sama dengan beban aslinya. Pada program menggunakan a,s,d,f berfungsi untuk menaikkan nilai kalibrasi sedangkan z,x,c,v berfungsi untuk menurunkan nilai kalibrasi sampai mendapatkan nilai kalibrasi yang tepat. Nilai kalibrasi digunakan untuk program pengujian akurasi pada sensor *load cell*. Pengujian akurasi sensor dilakukan dengan membandingkan data dari timbangan digital dengan data dari sensor *load cell*.

### 3.5 METODE PENGOLAHAN DATA

Metode pengolahan data menggunakan jaringan saraf tiruan (*backpropagation*) dengan beberapa tahap diantaranya:

1. Normalisasi data, digunakan untuk membatasi nilai input antara 0 dan 1 dengan menggunakan rumus normalisasi seperti pada Bab 2 persamaan 2.20.
2. Arsitektur Jaringan

Pada penelitian ini arsitektur jaringan terdiri dari 30 lapisan masukan, 3 lapisan tersembunyi, dan 1 lapisan keluaran. Lapisan masukan menggunakan data yang sudah dinormalisasi dan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner. Untuk metode *backpropagation* biasanya menggunakan fungsi aktivasi sigmoid karena dianggap lebih mendeteksi kinerja sinyal pada otak manusia. Pada penelitian ini menggunakan 3 lapisan tersembunyi dengan neuron yang berbeda-beda untuk mencari nilai MSE yang paling kecil. Setiap lapisan tersembunyi menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner.

Tabel 3.1 Variasi Neuron pada 3 *Hidden Layer*/Lapisan Tersembunyi

No.	3 <i>Hidden Layer</i> /Lapisan Tersembunyi		
	Lapisan Tersembunyi 1	Lapisan Tersembunyi 2	Lapisan Tersembunyi 3
1	5	10	5
2	5	5	10
3	15	5	5

No.	3 Hidden Layer/Lapisan Tersembunyi		
	Lapisan Tersembunyi 1	Lapisan Tersembunyi 2	Lapisan Tersembunyi 3
4	5	15	5
5	5	5	15

Dengan menggunakan beberapa variasi pada neuron di lapisan tersembunyi yang digunakan untuk proses pembelajaran jaringan saraf tiruan (*Backpropagation*) dengan mencari nilai MSE terkecil. Untuk lapisan keluaran terdiri dari 1 neuron dengan fungsi aktivasi purelin yang berfungsi untuk melinierkan setiap nilai masukan menjadi nilai liniernya ( $y=x$ ), sedangkan variabel laju pembelajaran menggunakan *trainlm* (Levenberg-Marquardt sebagai metode optimasi nonlinier digunakan pada saat koreksi nilai *error backpropagation*). Dan lapisan keluaran berupa nilai MSE pada pembelajaran dan pengujian jaringan.

### 3. Pembelajaran Jaringan Saraf Tiruan (*Backpropagation*)

Pembelajaran dilakukan untuk menentukan nilai bobot baru. Parameter inisialisasi jaringan yaitu:

- a. Menentukan iterasi (*epoch*), dilakukan untuk sejumlah *epoch* dimana jika masih terjadi *error*, maka terus dilakukan proses pembelajaran kembali sampai dengan mencapai batas kecil toleransi tertentu atau nol.
- b. Menentukan *hidden layer*, dilakukan dengan cara memodifikasi jumlah neuron dan *hidden layer* dengan memberikan neuron-neuron tersebut dengan nilai yang lebih besar.
- c. Menentukan *learning rate*, untuk menghitung nilai koreksi bobot pada proses *training* dan mempunyai *range* nilai 0 sampai 1 caranya dengan mengubah atau memodifikasi nilai *learning rate*.
- d. Menentukan *error goal*, dilakukan untuk mencari arsitektur yang dapat memberikan hasil yang lebih akurat.

Pembelajaran ini dilakukan berulang-ulang untuk mendapatkan bobot terbaik dan nilai *error* terkecil dimana bobot tersebut digunakan untuk proses pengujian.

### 4. Pengujian atau Prediksi Jaringan Saraf Tiruan (*Backpropagation*)

Pengujian dilakukan untuk tes pembelajaran dengan menggunakan bobot terlatih untuk melakukan peramalan.