# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Penelitian Terkait

Beberapa penelitian telah melakukan analisis terkait penggunaan *Artificial Neural Network* sebagai metode untuk prediksi kejadian banjir. Beberapa penelitian yang diambil dibatasi paling lama tahun 2018. Pada Tabel 2.1 berikut adalah beberapa penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang diambil.

Tabel 2.1 Penelitian Terkait

| Peneliti | Judul Penelitian | Tahun | Metode dan Hasil Penelitian | Kelebihan | Kekurangan |
|---|---|---|---|---|---|
| Ahmad, M.; Al Mehedi,M.A.; Yazdan, M.M.S.; Kumar, R. | Development of Machine Learning Flood Model Using Artificial Neural Network (ANN) at Var River [8] | 2022 | Metode yang digunakan untuk menilai kinerja model dengan menggunakan Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE), dan koefisien korelasi (R)<br><br>Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan hasil tersebut, model Feed Forward Neural Network (FFNN) (sejenis JST) kurang efisien dibandingkan model NAM. Koefisien korelasi parameter presisi ANN adalah 0,58 dan untuk model NAM adalah 0,76 untuk dataset validasi. Di semua model pembelajaran mesin, pohon keputusan yang berkinerja terbaik memiliki koefisien korelasi 0,99. Prediksi data validasi JST lebih baik dibandingkan | Menggunakan banyak metode untuk menguji performa model yang digunakan diantaranya ANN, Liniear, Regression, Decisision Tree, Random, Forest, dan NAM Model | *Artificial Neural Network* memiliki hasil yang tidak baik jika data yang digunakan sedikit |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | dengan pelatihan, sebaliknya pada model NAM. JST dapat ditingkatkan dengan memasukkan lebih banyak variabel input dalam dataset pelatihan untuk waktu yang lama | | |
| Falah, F., Rahmati, O., Rostami, M., Ahmadisharaf, E., Daliakopoulos, I., N., Pourghasemi, H., R. | Artificial Neural Networks for Flood Susceptibility Mapping in Data-Scarce Urban Areas [9] | 2019 | Metode yang digunakan adalah melakukan pelatihan dan pengujian dataset untuk menentukan seberapa akurat peta genangan banjir yang akan dibuat Hasil penelitian menunjukkan bahwa keakuratan peta genangan banjir yang dihasilkan diuji menggunakan pendekatan kurva karakteristik operasi penerima (ROC). Nilai area di bawah kurva ROC sebesar 94,6% (pelatihan) dan 92,0% (validasi) menunjukkan bahwa, secara keseluruhan pendekatan yang disajikan memberikan nilai akurasi yang baik terkait pemetaan genangan banjir di wilayah studi | Nilai pelatihan dan pengujian dataset cukup baik diatas 90% | Pembuatan pemetaan banjir lebih kepada kondisi klimatologi untuk pembuatan warning tidak bisa sepenuhnya mengacu kepada peta pemetaan banjir |
| Febus Reidj G. Cruz; Matthew G. Binag; Marlou Ryan G. Ga; Francis Aldrine A. Uy | Flood Prediction Using Multi-Layer Artificial Neural Network in Monitoring System with Rain Gauge, Water Level, Soil Moisture Sensors [10] | 2018 | Metode yang digunakan untuk melakukan pelatihan dan pengujian adalah jaringan saraf tiruan berlapis dengan bantuan MATLAB untuk pengembangan model prediksi<br><br>Hasil penelitian pada dataset pelatihan, pengujian, validasi dan keseluruhan | Hasil pelatihan, pengujian, dan rata-rata keseluruhan sangat baik hampir menyentuh angka sempurna 0.99795. Penelitian ini menggunakan | Kekurangan peringatan dini banjir realtime adalah minimnya waktu analisis, diseminasi, serta evakuasi dan juga mitigasinya |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | menunjukkan bahwa model menunjukkan hasil akurasi yang sangat baik yaitu 0.99889 untuk dataset pelatihan, 0.99362 untuk dataset uji, 0.99764 untuk dataset validasi dan 0.99795 rata-rata keseluruhan | data realtime sehingga jika hasilnya baik akan sangat bermanfaat. | |
| A. Subeesh, Prashant Kumar & Naveen Chauhan | Flood Early Detection System Using Internet of Things and Artificial Neural Networks [11] | 2018 | Metode yang digunakan adalah jaringan saraf tiruan umpan-maju yang terhubung penuh digunakan di sini untuk tujuan prediksi untuk memberikan peringatan dini dan mengkomunikasikannya kepada pengguna target | Penelitian ini mendeteksi banjir dengan alat pengamatan realtime dan hasilnya akan disebarluaskan melalui email dan pesan singkat | Penyebaran melalui pesan singkat akan memakan biaya yang cukup besar dan tidak dapat menjangkau banyak masyarakat |
| Gugi Asgaruning, Aji Primajaya | Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Prediksi Daerah Rawan Banjir Studi Kasus Kabupaten Karawang [12] | 2021 | Metode yang digunakan untuk prediksi banjir adalah menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. Untuk menentukan model yang baik perlu dilakukan sebuah metode pembagian dataset yaitu k-fold cross validation dimana setiap bagian (fold) dijadikan sebagai data uji dan n-1fold dijadikan data latih<br><br>Hasil prediksi pada proses pelatihan dan pengujian menghasilkan nilai MSE terkecil pada k-fold ke 8 =0.00820644, nilai RMSE terkecil pada k-fold ke 3 = 0.07052563, dan nilai MAE terkecil pada k-fold ke 1 = 0.12276052. Kemudian rata-rata MSE 0.341, | Penelitian prediksi daerah rawan banjir menggunakan data kepadatan penduduk dan data ketinggi permukaan tanah | Dataset yang digunakan terlalu sedikit hanya 1 tahun saja yaitu tahun 2015 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | RMSE 0.666, dan MAE 0.302 | | |
| Prima Prasetyo Simanjuntak, Rifaldi Kallolangi, Natanael Bagus Jatinendra, dan Hadha Afrisal | Sistem Prediksi dan Penanggulangan Banjir Terintegrasi Polder Berbasis Machine Learning dan Internet of Things [13] | 2022 | Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Machine Learning dan Internet of Things. sistem peringatan dini yang dirancang pada penelitian ini memanfaatkan algoritma machine learning untuk memproses data berupa suhu lingkungan, curah hujan, tinggi air sungai, serta debit aliran sungai dan prediksi cuaca BMKG untuk mengklasifikasikan kondisi sungai menjadi 4 kategori yaitu aman, siaga, awas, dan banjir<br><br>Sistem prediksi dan penanggulangan banjir berhasil dirancang dengan memanfaatkan machine learning berbasis jaringan saraf tiruan untuk mengklasifikasikan kondisi sungai berdasarkan data BMKG dan pembacaan sensor yang kemudian menggunakan jaringan internet hasil klasifikasi akan dikirimkan ke sistem polder untuk mengontrol pompa | Penelitian ini membuat sebuah alat yang diberi nama EWS (Early Warning System) yang terdiri dari beberapa sensor dan diletakkan di hulu sungai untuk mendeteksi dini kejadian banjir | Jika hujan tidak terjadi di wilayah hulu dan intensitasnya lebat di wilayah hilir, maka sistem tidak akan beroperasi dan hal ini dapat menyebabkan banjir di wilayah hilir terlebih jika kondisinya wilayah padat penduduk |
| Agung Pradana Iskandar | Efektifitas Jaringan Syaraf Tiruan Metode Backpropagation dalam Memprediksi Potensi Banjir | 2020 | Metode yang digunakan adalah jaringan syaraf tiruan backpropagasi menggunakan matlab. Data yang digunakan sebanyak 120 data, kemudian data ini dilakukan pelatihan dan | Konfigurasi jaringan syaraf tiruan yang dilakukan cukup baik karena hasil akurasi dari 5 | Pada akhir pembahasan tidak begitu jelas apa yang menjadi tujuannya, setelah proses pengujian |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | (Studi Kasus : Kecamatan Sungai Serut Bengkulu) [14] | | pengujian dan pengujian untuk mencari nilai akurasi terbesar dan nilai eror terkecil. | percobaan semuanya diatas 99% dengan nilai eror kurang dari 1 | dijalankan dan hasilnya bagus kemudian pembahasan tidak tuntas |
| Ruhhee Tabbussum & Abdul Qayoom Dar | Performance evaluation of artificial intelligence paradigms—artificial neural networks, fuzzy logic, and adaptive neuro-fuzzy inference system for flood prediction [15] | 2021 | Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah jaringan saraf tiruan (JST), logika fuzzy, dan algoritma sistem inferensi neuro-fuzzy adaptif (ANFIS) yang digunakan untuk mengembangkan sembilan model prediksi banjir yang berbeda dengan menggunakan semua algoritma pelatihan yang tersedia Model ANFIS yang dikembangkan menggunakan algoritma pelatihan hybrid memberikan metrik kinerja terbaik dengan Nash-Sutcliffe Model Efficiency (NSE) sebesar 0,968, koefisien korelasi (R2) sebesar 97,066%, mean square error (MSE) sebesar 0,00034, root mean square error (RMSE ) sebesar 0,018, kesalahan absolut rata-rata (MAE) sebesar 0,0073, dan akurasi gabungan (CA) sebesar 0,018, yang menyiratkan potensi penggunaan model yang dikembangkan untuk prakiraan banjir | Kelebihan dari penelitian ini adalah menggunakan kombinasi metode jaringan saraf tiruan (JST), logika fuzzy, dan algoritma sistem inferensi neuro-fuzzy adaptif (ANFIS) untuk melakukan analisis terhadap 9 model prediksi banjir | Penelitian ini hanya sampai kepada menentukan apakah model ini baik untuk digunakan atau tidak berdasarkan data pembelajaran. Jika dilanjutkan menjadi prediksi banjir akan lebih bermanfaat |
| Zening Wu, Bingyan Ma, Huiliang | Identification of Sensitive Parameters of | 2021 | Model jaringan syaraf tiruan (JST) dibangun dengan metode | Penelitian ini mencoba untuk | Parameter yang sensitif terhadap |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Wang, Caihong Hu, Hong Lv & Xiangyang Zhang | Urban Flood Model Based on Artificial Neural Network [16] | | klasifikasi biner dan multiklasifikasi, dan menggunakan indikator lingkungan yang mempengaruhi sensitivitas parameter unit respon hidrologi yang berbeda sebagai input, dengan parameter sensitivitas model pengelolaan air Storm (SWMM) menjadi sebuah hasil<br><br>Hasil penelitian JST klasifikasi biner dengan cepat mampu mengidentifikasi parameter yang sensitif, akurasi prediksi semua parameter melebihi 96%. Konvergensi dapat dicapai ketika jumlah node pada lapisan tersembunyi tidak melebihi dua kali jumlah node input, dan jumlah maksimum iterasi tidak melebihi 200. Identifikasi parameter limpasan sensitif yang cepat dan akurat dari model simulasi banjir perkotaan telah dilakukan. dicapai, yang mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk analisis sensitivitas parameter | menemukan parameter yang sensitif terhadap kejadian banjir dengan banyaknya variabel data yang digunakan kemudian akan dicari parameter yang paling sensitif yang menyebabkan banjir di wilayah perkotaan | kejadian banjir telah ditemukan dengan akurasi yang tinggi namun sayangnya hal ini tidak ditindak lanjuti untuk proses pembuatan peringatan dini banjir, jika dilanjutkan akan lebih bermanfaat untuk orang banyak terutama untuk yang tinggal di perkotaan |
| Ehsan Shahiri Tabarestani & Hossein Afzalimehr | Artificial neural network and multi-criteria decision-making models for flood simulation in GIS: Mazandaran Province, Iran [17] | 2021 | Metode yang digunakan untuk analisis banjir adalah jaringan saraf tiruan (ANN) dan Perbandingan Area Pendekatan Perbatasan Multi-Atribut (MABAC) yang dikombinasikan dengan Model Bobot Bukti | Pemodelan banjir menggunakan banyak data diantaranya curah hujan, jarak dari sungai, kemiringan, tanah, geologi, | Pemetaan daerah rawan banjir kembali lagi merupakan sebuah kondisi yang sifatnya klimatologi, untuk yang |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | (WoE) dan Proses Hierarki Analitik (AHP) yang berlokasi di provinsi Mazandaran, Iran<br>Hasil penelitian berupa verifikasi menunjukkan hasil yang memuaskan antara perkiraan dan catatan hidrologi riil. Nilai AUC untuk tingkat prediksi model ini sebesar 86,1% yang menunjukkan bahwa akurasi sangat baik dalam memprediksi daerah rawan banjir. Perbandingan peta kerentanan banjir untuk model ANN dan MABAC-WoE-AHP menunjukkan hasil yang baik antara dua model, hal ini menjelaskan adanya efisiensi terkait metode baru yang dapat diusulkan untuk tindakan pencegahan di masa depan | elevasi, kerapatan drainase, dan penggunaan lahan | sifatnya nowcasting atau prakiraan jarak pendek sulit untuk menggunakan pemetaan yang sifatnya klimatologi terutama dalam prediksi banjir |
| Shivangi Mistry, Dr. Falguni Parekh | Flood Forecasting Using Artificial Neural Network [18] | 2022 | Penelitini ini menggunakan enam alternatif model prediksi banjir yang telah dikembangkan menggunakan JST atau ANN. Model ini dikembangkan berdasarkan berbagai algoritma pelatihan. Enam algoritma tersebut diantaranya Gradien konjugasi berskala, Levenberg Marquardt, Backprapagation, Gradien konjugat, dan Feedforward Cascade, dan Bayesian, dengan pembagian data 70% | Menggunakan banyak algoritma pelatihan, total ada 6 algoritma yang digunakan untuk kemudian dilakukan perbandingan untuk menemukan hasil pelatihan dan validasi yang terbaik dalam prediksi banjir. | Penelilitan ini dilakukan baru sampai tahapan pelatihan dan validasi kejadian banjir, akan lebih baik jika melakukan pengujian algoritma terbaik dengan menggunakan dataset yang disusun untuk dapat digunakan |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | digunakan untuk pelatihan dan 30% untuk validasi.<br><br>Hasil penelitian terbaik diperoleh dengan model JST atau ANN adalah algoritma pelatihan Cascade forward back-propagation, yang memiliki koefisien korelasi (r) sebesar 0,83, koefisien determinasi (R2) sebesar 0,70, dan root mean squared error (RMSE) sebesar 5,58 untuk pelatihan sedangkan untuk validasi nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,89, koefisien determinasi (R2 ) sebesar 0,70, dan root mean squared error (RMSE) sebesar 7,27. | | dimasa depan dengan berbagai pertimbangan parameter dikemudian hari. |

### 2.1.1 Perbedaan Penelitian Yang Diajukan Dengan Penelitian Sebelumnya

Perbedaan penelitian yang diajukan dengan penelitian sebelumnya adalah terletak pada lokasi penelitian yang diangkat dan juga keberagaman variabel data pelatihan dan pengujian yang diajukan. Pada penelitian ini variabel untuk prediksi banjir tidak hanya curah hujan saja, namun juga digunakan data suhu udara, kelembapan udara, angin permukaan, angin monsun, serta jumlah curah hujan seminggu selebum kejadian banjir untuk melihat kondisi kelembapan tanah. Data-data yang dipilih untuk dilakukan penelitian banyak sekali perbedannya dengan penelitian yang sudah ada, hal ini dapat menjadi tambahan kekayaan bagi dunia pendidikan di masa yang akan datang. Dengan keberagaman data ini diharapkan menjadi ide baru di dalam penelitian yang diangkat untuk melengkapi penelitian penelitian sebelumnya. Penelitian [12] misalnya yang tidak sampai membuat prediksi kejadian banjir meskipun sudah didapatkan hasil pengujian dengan akurasi yang baik, lain halnya dengan penelitian [6] dan [14] yang masih fokus

terhadap pembuatan pemetaan daerah rawan banjir. Pembuatan prediksi potensi kejadian banjir akan lebih memberikan manfaat jika hasil yang didapatkan baik.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Hujan

Hujan adalah sebuah proses kondensasi uap air di atmosfer yang proses selanjutnya akan jatuh menjadi butiran air ke permukaan tetapi seringkali pula hujan turun namun tidak sampai ke permukaan, kejadian ini dikenal dengan nama virga. Hujan umumnya terjadi sebab pendinginan suhu udara atau penambahan uap air ke udara [19]. Hujan adalah suatu proses fisis yang dihasilkan dari fenomena cuaca, proses fisis ini berupa butiran air yang jatuh ke permukaan bumi. Dampak faktor fisiografis daratan Indonesia dan sekitarnya terhadap unsur-unsur iklim/cuaca telah membentuk 3 tipe curah hujan, yakni tipe monsun, tipe ekuatorial, serta tipe lokal [20]. Curah hujan merupakan ketinggian air hujan pada kawasan yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan juga tidak mengalir. Satuan curah hujan yang umum dipergunakan dalam ranah meteorologi adalah milimeter (mm). Curah hujan 1 mm, ialah dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air dengan tinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter pada jangka waktu tertentu. Curah hujan dapat berupa butiran air atau kristal es yang jatuh atau keluar dari awan. Pada wilayah tropis sendiri, curah hujan merupakan salah satu unsur iklim yang paling tinggi tingkat keragamannya. Ciri curah hujan pada berbagai daerah tentunya tidak akan sama. Kondisi ini diakibatkan oleh beberapa faktor, yaitu letak daerah, keadaan topografi daerah, adanya gunung dan lembah di suatu wilayah, bahkan struktur dan orientasi kepulauan [21].

Satuan yang umum digunakan dalam curah hujan adalah mm/jam sehingga nilai curah hujan yang umumnya ditemukan atau diinformasikan dari BMKG pada saat terjadi kejadian banjir itu merupakan akumlasi selama 1 jam, namun untuk sekarang lebih sering diungkapkan dalam akumulasi selama 24 jam atau 1 hari. Keadaan dan intensitas curah hujan dapat dibedakan menjadi beberapa jenis baik akumulasi dalam 1 jam atau akumulasi dalam 24 jam seperti pada tabel 2.2 [22].

Tabel 2.2 Keadaan dan Intensitas Curah Hujan

| **Keadaan Curah Hujan** | **Intensitas Curah Hujan** | |
|---|---|---|
| | **1 Jam** | **24 Jam** |

| | | |
|---|---|---|
| Hujan Sangat Ringan | < 1 | < 5 |
| Hujan Ringan | 1-5 | 5-20 |
| Hujan Sedang | 5-20 | 20-50 |
| Hujan Lebat | 10-20 | 50-100 |
| Hujan Sangat Lebat | > 20 | >100 |

Berdasarkan tabel 2.2 intensitas curah hujan dibedakan menjadi akumulasi curah hujan 1 jam dan akumulasi curah hujan 24 jam. Perbedaannya keduanya terhadap kejadian banjir sangat besar, dimana untuk kejadian banjir lebih berdampak signifikan dengan akumulasi curah hujan 1 jam. Dalam waktu 1 jam air belum meresap dan mengalir ke tempat lain sehingga efek yang ditimbulkan terhadap banjir untuk suatu wilayah akan sangat besar dibandingkan akumulasi curah hujan 24 jam. Tabel 2.2 dilakukan penyesuaian oleh BMKG dengan menambahkan keadaan curah hujan ekstrem pada intensitas curah hujan 24 jam, hasilnya seperti tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3 Klasifikasi Curah Hujan BMKG

| **Keadaan Curah Hujan** | **Intensitas Curah Hujan** | |
|---|---|---|
| | **1 Jam** | **24 Jam** |
| Hujan Ringan | 1-5 | 0.5-20 |
| Hujan Sedang | 5-10 | 20-50 |
| Hujan Lebat | 10-20 | 50-100 |
| Hujan Sangat Lebat | > 20 | 100-150 |
| Hujan Ekstrem | - | > 150 |

### 2.2.2 Luas Wilayah yang Diwakilkan Satu Pos Hujan

Hujan yang turun dari awan dapat turun dimana saja di seluruh permukaan bumi. Alat pengamatan untuk mengukur curah hujan yang dimiliki BMKG tidak mungkin dapat dipasang diseluruh titik yang ada untuk itu dalam suatu wilayah dengan kondisi yang tidak jauh berbeda bentuk topografinya akan dianggap menerima curah hujan yang sama. Dengan kata lain wilayah dalam radius sekian kilometer akan terwakilkan dengan satu pengamatan curah hujan yang ada selama di lokasi tersebut tidak ada pengamatan curah hujan lainnya.

Kriteria luasan wilayah yang diwakilkan oleh satu pos pengamatan hujan telah diatur oleh Badan Meteorologi Dunia (WMO). Untuk wilayah seperti Indonesia yang berada di wilayah tropis, satu pengamatan pos hujan dapat mewakili sampai 600 km² wilayah

di sekitarnya. Kondisi ini membuat semua wilayah dalam radius ±24 km dapat diwakilkan dengan satu pos pengamatan pos hujan yang tersedia. Luas wilayah Ibukota Bandar Lampung seluas 183,31 km², dengan luasan ini radius wilayah Kota Bandar Lampung memiliki radius 13-14 km sehingga satu pengamatan pos hujan dapat mewakili seluruh wilayah Kota Bandar Lampung [23].

Gambar 2.1 Penakar Hujan Otomatis BMKG (Automatic Rain Gauge)

### 2.2.3 Suhu Udara

Suhu udara dapat dimaknai dengan ukuran energi kinetik rata-rata dari suatu pergerakan molekul. Suhu merupakan ciri yang dimiliki suatu benda yang berhubungan menggunakan panas dan juga energi. Suhu udara akan berfluktuasi setiap periode 24 jam, hal ini ditimbulkan oleh pertukaran energi yang berlangsung di atmosfer. Serapan tenaga di siang hari oleh gas serta pula partikel yang ada di atmosfer mengakibatkan terjadinya peningkatan suhu udara [24].

Pengertian lainnya suhu merupakan suatu besaran yang menyatakan ukuran derajat panas atau dinginnya suatu benda [25]. Pengertian suhu ialah besaran yang berafiliasi dengan panas atau dinginnya suatu benda. Udara artinya gabungan gas yang terdapat di

permukaan bumi. Udara bumi yang kering dan mengandung 78% nitrogen, 21% oksigen, serta 1% uap air, karbondioksida serta gas-gas lainnya. Udara juga memiliki kandungan residu gas di antaranya adalah gas-gas rumah kaca kaca seperti uap air, karbon dioksida, metan, asam nitrat, dan ozon. Udara akan berubah menyesuaikan penggunaan ketinggiannya. Jadi, suhu udara adalah ukuran energi kinetik kebanyakan dari pergerakan molekul – molekul yang ada. Satuan suhu udara yang dipergunakan dalam secara umum dalam dunia meteorologi ialah ˚C.

### 2.2.4 Kelembapan Udara

Kelembapan udara ialah banyaknya uap air yang terkandung dalam udara atau atmosfer. Besarnya tergantung dari banyaknya masukan uap air ke dalam atmosfer karena adanya penguapan dari air yang ada pada lautan, danau, sungai, dan juga dari air tanah. Disamping itu juga terjadi penguapan yang bersumber dari proses transpirasi, yaitu penguapan dari tumbuh-tumbuhan. Penguapan menjadi sumber utama untuk proses pembentukan awan di atmosfer semakin besar penguapannya maka semakin besar potensi pembentukan awan-awan hujan di suatu wilayah [26].

Banyaknya air pada udara bergantung pada banyak faktor, antara lain ialah ketersediaan air, sumber uap, suhu udara, tekanan udara, dan juga angin. Kelembapan udara atau kebasahan udara artinya kandungan uap air yang tersedia di udara. Kelembapan udara ada 2 macam yaitu kelembapan mutal atau sempurna yaitu jumlah uap air yang terdapat di udara dinyatakan dengan gram uap air setiap $m^3$ udara sedangkan kelembapan relatif atau biasa disebut juga nisbi artinya perbandingan jumlah uap air di udara menggunakan jumlah uap air maksimum yang terkandung pada udara dengan suhu yang sama. Satuan kelembapan dalam umum digunakan dalam dunia meteorologi yaitu %. Kelembapan merupakan salah satu komponen utama dalam informasi prakiraan cuaca selain kondisi cuaca, suhu udara, dan juga arah dan kecepatan angin.

### 2.2.5 Peningkatan Kelembapan Tanah Dampak Hujan Sebelum Banjir

Kelembapan tanah adalah air yang mengisi sebagian atau seluruh pori – pori tanah yang berada pada bagian atas permukaan tanah [24]. Definisi yang lain menjelaskan bahwa kelembapan tanah menyatakan jumlah air yang tersimpan di antara pori – pori tanah. Kelembapan tanah mudah mengalami perubahan, hal ini disebabkan oleh penguapan melalui permukaan tanah, transpirasi dan perkolasi. Masuknya air ke pada pori-pori

tanah inilah yang membentuk kondisi tanah sedang menyesuaikan diri agar air bisa balik lagi ke pada tanah. Pengertian lainnya adalah kelembapan tanah memiliki peranan yang penting bagi pemerintah untuk dapat mengetahui isu seperti potensi sirkulasi permukaan serta pengendali banjir, kegagalan erosi tanah serta kemiringan lereng, manajemen sumber daya air, geoteknik, dan kualitas air. Kelembapan tanah ialah salah satu variabel kunci pada perubahan dari air serta tenaga panas antara permukaan dan atmosfer melalui evaporasi dan juga transpirasi [27].

### 2.2.6 Banjir

Banjir dapat didefenisikan menjadi tempat tergenangnya suatu daerah yang berdampak terhadap meluapnya air yang melebihi kapasitas pembuangan air disuatu wilayah serta menimbulkan kerugian fisik, sosial, serta ekonomi [28]. Pengertian lainnya banjir merupakan peristiwa dimana daratan yang umumnya kering (bukan wilayah rawa) menjadi tergenang dengan adanya air, hal ini ditimbulkan karena dampak curah hujan yang tinggi serta kondisi topografi wilayah berupa dataran rendah hingga konkaf. Selain itu terjadinya banjir juga dapat disebabkan adanya limpasan air permukaan (runoff) yang meluap dan volumenya melebihi kapasitas pengaliran sistem drainase atau sistem aliran sungai [29].

Terjadinya bencana banjir juga ditimbulkan karena rendahnya kemampuan infiltrasi tanah, sebagai akibatnya mengakibatkan tanah tidak mampu lagi menyerap air. Banjir dapat terjadi karena dampak naiknya bagian atas air karena pengaruh curah hujan yang diatas normal, perubahan suhu, tanggul/bendungan yang bobol, pencairan salju yang cepat, dan juga karena terhambatnya aliran air di kawasan lain. Akumulasi curah hujan dalam waktu yang singkat akan lebih berdampak signifikan dibandingkan dengan akumulasi selama 1 hari sebab kemampuan tanah dalam menyerap air masih bisa terkontrol jika 1 hari namun untuk waktu yang singkat dan hujan yang turun dalam jumlah banyak akan menyebabkan banjir di suatu wilayah.

Banjir ialah suatu syarat di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya sirkulasi air pada pada saluran pembuangan, sehingga meluap dan menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya [30]. Banjir merupakan fenomena alam yang bisa menimbulkan kerugian harta benda penduduk dan dapat juga mengakibatkan korban jiwa. Dikatakan banjir bila terjadi luapan air yang disebabkan

kurangnya kapasitas penampang saluran air. Banjir di bagian hulu umumnya arus banjirnya deras, daya gerusnya begitu cepat, namun durasinya pendek. Sedangkan pada bagian hilir arusnya tidak deras (karena landai), tetapi durasi banjirnya panjang.

### 2.2.7 Prediksi Banjir

Keakuratan prediksi banjir menggunakan parameter tertentu sangat penting untuk menjadi acuan pada masa depan dalam memprediksi bencana banjir. Akibat bencana banjir yang terjadi dapat menyebabkan kelumpuhan ekonomi sebanyak 40% pada suatu negara. Prediksi adalah formasi antara seni dan juga ilmu untuk memperkirakan keadaan di masa depan nantinya, dengan cara memproyeksikan data-data masa lampau ke masa yang akan datang dengan memakai contoh matematika maupun perkiraan yang subjektif [31]. Prediksi banjir dapat dikatakan menjadi seni serta ilmu untuk memprediksi keadaan banjir di masa depan dengan cara mempelajari data-data kejadian banjir pada masa lalu melalui model matematika sehingga didapatkan formula yang nantinya dapat digunakan buat memprediksi banjir di kemudian hari dan tentunya bermanfaat untuk orang banyak.

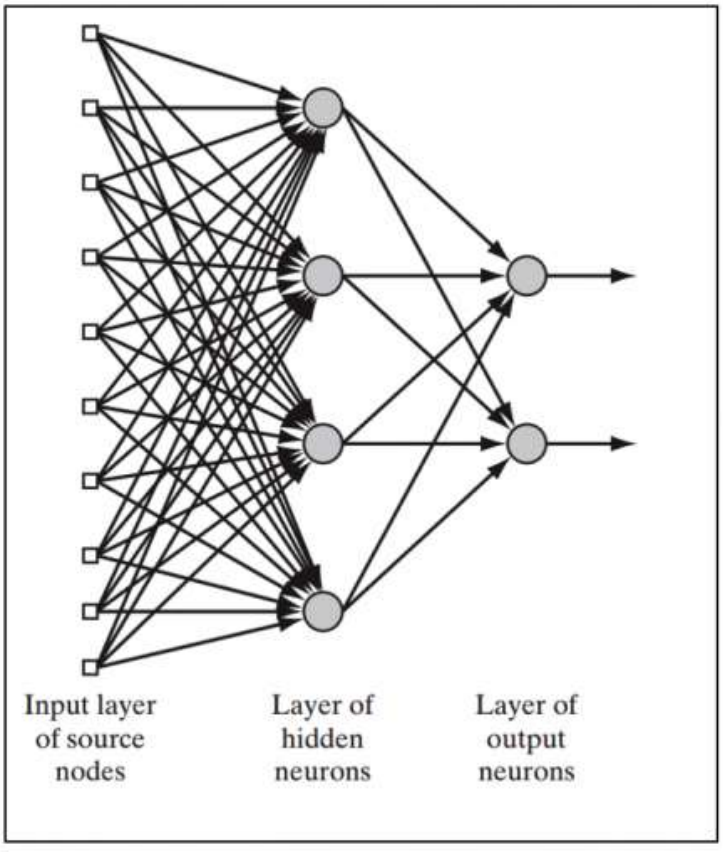
### 2.2.8 *Articial Neural Networks* (ANN)

Artificial Neural Network adalah jaringan saraf yang bisa mensimulasikan jaringan saraf biologis manusia kedalam arsitektur computer serta arsistektur algoritma baru terhadap computer konvensional. Hal ini memungkinkan penggunaan operasi komputasi (penambahan, pengurangan, dan elemen akal mendasar) yang sangat sederhana buat memecahkan dilema yang kompleks, matematis yang rumit, masalah nonlinear atau duduk perkara stokastik [32]. Ada beberapa karakteristik kemampuan otak manusia yaitu mengingat, mengeneralisasi, adaptasi, menghitung, serta menggunakan konsumsi tenaga yang rendah [33]. ANN berusaha untuk meniru struktur atau arsitektur dan cara kerja otak manusia sehingga bisa menggantikan beberapa pekerjaan manusia. Kelebihan utama Neural Network merupakan kemampuan memprediksi, kecepatan dan robust terhadap missing data. Artificial Neural Network adalah suatu sistem pemroses isu yang memiliki karakteristik menyerupai dengan jaringan saraf biologi yang ada pada manusia pada umumnya. Neural Network didefinisikan menjadi sistem komputasi di mana arsitektur serta operasi bersumber berdasarkan pengetahuan tentang sel saraf biologis yang terdapat pada otak manusia, yang merupakan salah satu bentuk representasi buatan dari otak

manusia itu sendiri yang selalu mencoba menstimulasi proses pembelajaran pada otak manusia tersebut [34].

### 2.2.9 Algoritma Backpropagasi

Algoritma backpropagasi adalah algoritma pembelajaran yang terawasi, backpropagasi adalah metode pembelajaran jaringan syaraf tiruan yang paling awam dipergunakan serta bekerja melalui proses iterasi dengan menggunakan sekumpulan model data (data pelatihan), membandingkan nilai prediksi yang berasal dari jaringan dari setiap contoh data. Dalam setiap prosesnya, bobot hubungan dalam jaringan akan dimodifikasi buat meminimalkan nilai Mean Square Error (MSE) antara nilai prediksi dari jaringan syaraf tadi diproses dengan cara mundur ke belakang, tepatnya dari luaran layer sampai layer pertama dari hidden layer karena itu metode ini diklaim backpropagasi sebab proses kerjanya yang berjalan mundur [35] dan [36].




Gambar 2.2 Skema Algoritma Backpropagasi [32]

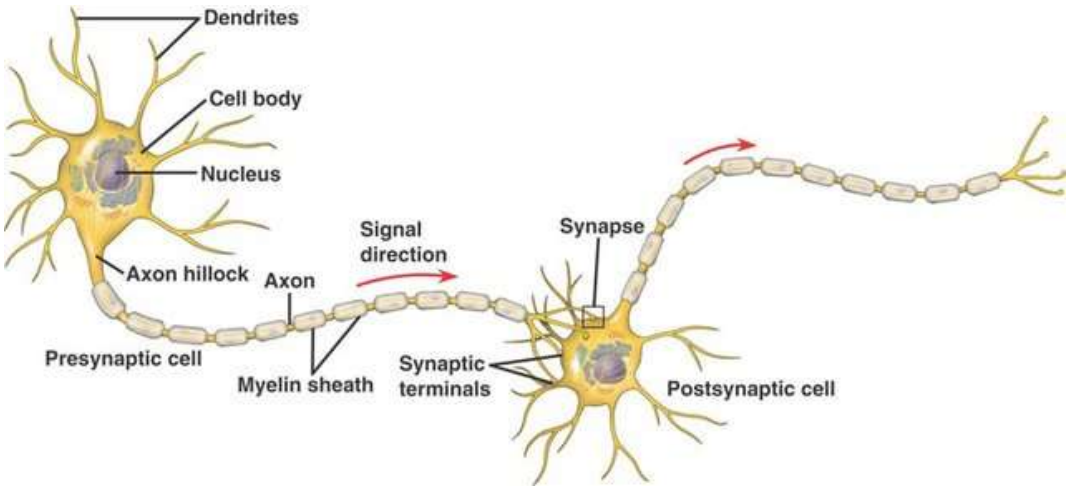
Metode pembelajaran backpropagasi pada awalnya didesain buat neural network feedforward, namun pada perkembangannya, metode ini diformulasikan terahadap

pembelajaran di model neural network lainnya [34]. Metode pembelajaran (training) di neural network merupakan prosedur pemecahan backpropagasi. Algoritma backpropagasi bekerja berdasarkan pada pola data yang tersedia pada masa lampau. Bila kualitas datanya relatif baik, maka peramalannya semakin baik pula, serta taraf akurasinya pula akan lebih baik. Backpropagasi melatih jaringan agar mampu menerima ekuilibrium antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang dipergunakan selama proses pelatihan data [35].

### 2.2.10 Input Layer

*Input layer* merupakan lapisan yang berisikan variabel data yang digunakan dalam pelatihan dan pengujian pada sistem. Lapisan ini kemudian akan menyalurkan variabel data ke dalam lapisan berikutnya. *Input Layer* merupakan tahap awal dari proses kerja *Artificial Neural Network* (ANN), tahapan setelahnya yaitu *Hidden Layer* dan *Output Layer*. Dalam input layer ini data akan dibagi menjadi data untuk proses pelatihan dan juga data yang akan digunakan untuk pengujian. Pembagian besaran datanya yang umum digunakan yaitu 50:50, 60:40, 70:30, 80:20, dan 90:10.

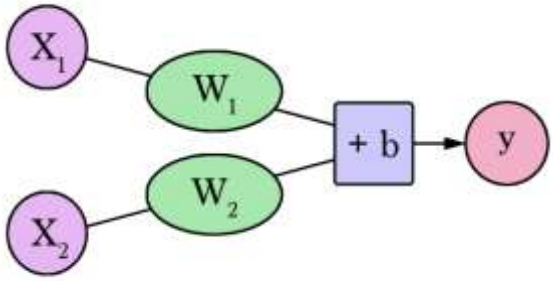
Proses kerja dari *Artificial Neural Network* (ANN) menirukan cara kerja pada jaringan syaraf manusia, dimana pada jaringan syaraf manusia atau neuron terdiri dari dendrites, nucleus, dan axon. Sama halnya dengan arsitektur pada *Artificial Neural Network* (ANN), dendrites berperan sebagai penerima rangsangan dari tubuh manusia dan *Input Layer* berperan sebagai penerima variabel data yang akan meneruskannya ke dalam proses pelatihan.




Gambar 2.3 Skema Jaringan Syaraf Manusia [32]

### 2.2.11 Hidden Layer

Lapisan kedua dalam sistem *Artificial Neural Network* (ANN) adalah *Hidden Layer*. Pada gambar 2.1 posisi dari *Hidden Layer* berada di tengah dan pada gambar 2.2 posisi *Hidden Layer* diasumsikan perannya sebagai nucleus pada jaringan syaraf manusia. Peran dari nucleus sendiri sebagai pengolah rangsangan yang mempelajari rangsangan tersebut berupa perintah seperti apa dan kemudian meneruskannya pada axon. *Hidden Layer* disini perannya sama dengan nucleus dimana variabel data yang diteruskan dari *Input Layer* kemudian diproses atau dipelajari untuk mendapatkan pola yang ada pada variabel data yang masuk. Sebelum variabel data masuk ke dalam *Hidden Layer*, variabel data akan diberikan pembobotan sehingga variabel data yang masuk ke dalam Hidden Layer berupa variabel data yang sudah dilakukan pengkalian dengan masing-masing bobotnya. Kemudian variabel data yang masuk akan ditambahkan dengan nilai bias saat proses pelatihan dilakukan. Pada gambar 2.3 variabel data diasumsikan dengan X, untuk pembobotan diasumsikan dengan W, untuk bias diasumsikan dengan b, dan *output* atau hasil akhir diasumsikan dengan y.



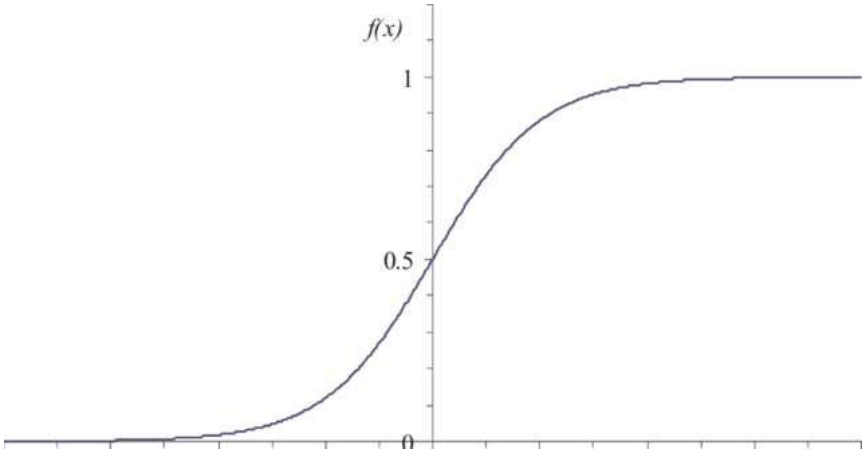

Gambar 2.4 Skema Pembobotan Variabel [33]

### 2.2.12 Output Layer

Lapisan ketiga dalam sistem *Artificial Neural Network* (ANN) adalah *Output Layer* atau hasil akhir dari proses pelatihan maupun pengujian variabel data. Lapisan ini yang akan menampung hasil dari proses pembelajaran dan juga pengujian dataset. Namun sebelum nilai hasil pelatihan atau pengujian keluar melalui *Output Layer* akan melalui proses aktivasi, proses ini merupakan verifikasi terhadap nilai yang akan dikeluarkan apakah sudah sesuai atau belum.

Fungsi aktivasi dipilih sebelum melakukan proses pelatihan yang nantinya akan menyesuaikan hasil yang akan dikeluarkan. Fungsi ini bekerja sesuai dengan apa yang

user perlukan di awal konfigurasi, ada beberapa jenis fungsi aktivasi diantaranya ReLu, sigmoid, dan juga tanh. Masing-masing fungsi aktivasi ini akan menyaring hasil pelatihan dan pengujian sebelum masuk ke dalam *Output Layer*.




Gambar 2.5 Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner [34]

Pada penelitian ini menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner dalam menghasilkan *output* berupa prediksi banjir. Fungsi sigmoid biner memiliki nilai dengan rentang 0 sampai dengan 1. Dimana semakin mendekati 1 maka prediksi banjir semakin besar, sebaliknya semakin mendekati 0 maka prediksi banjir semakin kecil. Fungsi aktivasi ini sebagai gerbang terakhir dari proses pelatihan data sebelum *output* dapat digunakan oleh user. Nilai yang keluar dari *Output Layer* telah melalui melalui proses pembobotan dan juga penambahan nilai bias. Persamaan fungsi sigmoid dituliskan sebagai berikut.

$$S(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} = \frac{e^{x}}{e^{x} + 1}$$

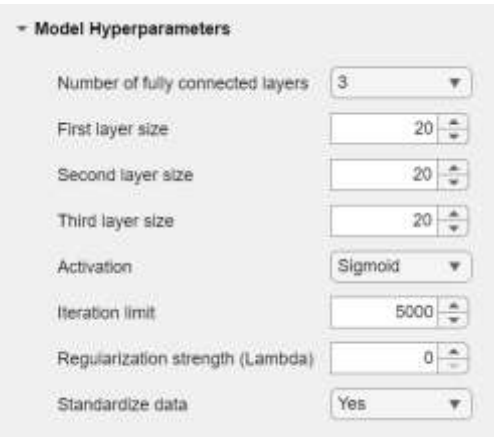
### 2.2.13 Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi merupakan bagian dari output layer yang digunakan untuk menyaring data atau mengubah data dari yang sebelumnya berupa sinyal input menjadi sinyal output yang siap digunakan [37]. Setelah melewati proses pelatihan dataset dalam hidden layer selanjutnya sinyal akan diteruskan ke dalam output layer, disinilah peran dari fungsi aktivasi dimana sinyal akan disaring sesuai dengan fungsi aktivasi yang dipilih. Pada penelitian ini digunakan fungsi aktivasi sigmoid biner dalam matlab dinyatakan dengan *logsig* yang akan menyaring sinyal hasil pelatihan dengan nilai antara 0 dan 1 [38].

### 2.2.14 *Hyperparameter Optimized*

Hyperparameter merupakan fitur yang ada dalam setiap model pembelajaran. Fitur hyperparameter banyak digunakan untuk mengoptimalkan proses pembelajaran agar lebih efisien namun tetap memberikan nilai akurasi yang tinggi. Dalam setiap pengaturan konfigurasi pembelajaran model, pengaturan hyperparameter dilakukan diawal dan setelah masuk proses pembelajaran pengaturan ini tidak dapat diubah sampai hasil diperoleh. Hyperparameter dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu untuk mendapatkan nilai eror dari suatu model konfigurasi dan untuk mendapatkan nilai akurasinya. Hyperparameter Neural Network memiliki pengaturan konfigurasi diantaranya pengaturan jumlah layers, jumlah neurons, fungsi aktivasi, jumlah iterasi atau epoch, lambda, dan juga standarisasi data. Dalam penelitian ini hanya dilakukan perubah konfigurasi pada parameter jumlah layers, jumlah neurons, dan jumlah iterasi atau epoch.

Penggunaan hyperparameter dalam neural network tidak akan selalu pas dengan dataset yang user gunakan, ada kalanya hyperparameter dapat membaca pola dengan baik untuk semua dataset namun seringkali juga hyperparameter tidak pas untuk semua dataset atau hanya pas dengan sebagian dataset yang digunakan [39]. Sehingga dengan pencarian nilai akurasi dan nilai eror secara manual juga akan memberikan nilai yang tidak kalah baiknya dengan hyperparameter. Hyperparameter bekerja untuk mencari pola terbaik dari dataset dengan konfigurasi yang ada sehingga diperoleh nilai akurasi yang baik. Tidak ada aturan baku dalam melakukan pengaturan parameter seperti layers, neurons, sampai epoch. Setiap pengaturan akan menghasilkan hasil yang berbeda pada setiap kumpulan dataset [40].




Gambar 2.6 Konfigurasi Neural Network Hyperparameter