

# Prediksi Kejadian Banjir Di Wilayah Kota Bandar Lampung Dengan Metode *Artificial Neural Network*

Ramadhan Nurpambudi<sup>1\*</sup>, RZ. Abdul Aziz<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Magister Teknik Informatika, Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya Lampung  
<sup>1</sup>[ramadhan92.2121211010@mail.darmajaya.ac.id](mailto:ramadhan92.2121211010@mail.darmajaya.ac.id), <sup>2</sup>[rz\\_aziz@darmajaya.ac.id](mailto:rz_aziz@darmajaya.ac.id)

## Abstract

The World Meteorological Agency (WMO) stated that disasters originating from weather and climate over the last 50 years claimed an average of 150 lives each year with material losses reaching US \$ 202 million every day. The number of these disasters has almost tripled over the last 50 years. The most felt impact of climate change is the increasing frequency of hydrometeorological disasters and their damage. This does not only have an impact on environmental damage, but also affects the spread of disease, environmental quality, and also the level of social welfare in the community. Artificial Neural Network is used to analyze the pattern of flood events in the Bandar Lampung City area with Matlab software to get the best formula to predict flood events. The parameters used to analyze the incidence of flooding are air temperature and the amount of rainfall. Based on the analysis that has been carried out, it is found that the data variable configuration process carried out experimentally can produce a good correlation or R value, both during the training and testing process. The correlation value or R during training and testing is 0.9 and above. Configuration 2 is the configuration with the best accuracy results reaching 100% during the data variable testing process. Configuration 2 is then used for the flood prediction process using the prepared air temperature and rainfall condition scheme. The prediction of flood events at an average air temperature of 24-26°C shows very good results, for an average air temperature of 27°C it is also good but when the amount of rainfall is 150mm the percentage has decreased significantly. In conditions of an average air temperature of 28-29°C, the highest percentage of flood events is only 50%.

**Keywords** : Flood; Rain; Prediction; *Artificial Neural Network*; Early Warning

## Abstrak

Badan Meteorologi Dunia (WMO) menyatakan bahwa bencana yang berasal dari cuaca dan juga iklim selama 50 tahun terakhir menelan korban rata-rata 150 jiwa setiap tahunnya dengan kerugian materi mencapai US\$ 202 juta setiap harinya. Jumlah bencana ini meningkat hampir 3 kali lipat selama periode 50 tahun terakhir. Dampak perubahan iklim yang paling dirasakan adalah terjadinya peningkatan frekuensi kejadian bencana hidrometeorologi beserta kerusakannya. Hal ini tidak hanya berdampak pada kerusakan lingkungan saja namun berimbas terhadap penyebaran penyakit, kualitas lingkungan, dan juga tingkat kesejahteraan sosial di tengah masyarakat. *Artificial Neural Network* digunakan untuk menganalisis pola kejadian banjir di wilayah Kota Bandar Lampung dengan software matlab untuk mendapatkan formula yang paling baik untuk dapat memprediksi kejadian banjir. Parameter yang digunakan untuk menganalisis kejadian banjir adalah suhu udara dan jumlah curah hujan. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan didapatkan bahwa proses konfigurasi variabel data yang dilakukan secara eksperimen dapat menghasilkan nilai korelasi atau R yang baik, baik itu saat proses pelatihan maupun pengujian. Nilai korelasi atau R saat pelatihan dan pengujian berada diangka 0.9 keatas. Konfigurasi 2 merupakan konfigurasi dengan hasil akurasi terbaik mencapai 100% saat proses pengujian variabel data. Konfigurasi 2 kemudian digunakan untuk proses prediksi banjir dengan menggunakan skema kondisi suhu udara dan curah hujan yang telah disiapkan. Prediksi kejadian banjir pada rata-rata suhu udara 24-26°C menunjukkan hasil yang sangat baik, untuk rata-rata suhu udara 27°C juga baik namun pada saat jumlah curah hujan 150mm prosentasenya mengalami penurunan yang cukup signifikan. Pada kondisi rata-rata suhu udara 28-29°C prosentase kejadian banjir paling besar hanya 50%.

**Keywords** : Banjir; Hujan; Prediksi; *Artificial Neural Network*; Peringatan Dini

## 1. PENDAHULUAN

Badan Meteorologi Dunia (WMO) menyatakan dalam (World Meteorological Organization, 2019) bahwa bencana yang berasal dari cuaca dan juga iklim selama 50 tahun terakhir menelan korban rata-rata 150 jiwa setiap tahunnya dengan kerugian materi mencapai US\$ 202 juta setiap harinya. Jumlah bencana ini meningkat hampir 3 kali lipat selama periode 50 tahun terakhir. Ada lebih dari 11.000 bencana yang dilaporkan terkait dengan ancaman ini secara global, dengan lebih dari 2 juta kematian dengan kerugian sebesar US\$ 3,64 triliun. Dari total 11.000 bencana tersebut, bencana hidrometeorologi menyumbang sebesar 50% kejadian, dari 2 juta kematian yang ada 45% berasal dari bencana hidrometeorologi, dan 74% dari total kerugian disebabkan oleh bencana hidrometeorologi.

Dampak perubahan iklim yang paling dirasakan adalah terjadinya peningkatan frekuensi kejadian bencana hidrometeorologi beserta kerusakannya. Hal ini tidak hanya berdampak pada kerusakan lingkungan saja namun berimbas terhadap penyebaran penyakit, kualitas lingkungan, dan juga tingkat kesejahteraan sosial di tengah masyarakat. Selain itu juga dampak perubahan iklim lainnya adalah dapat terjadinya kebakaran lahan akibat kekeringan. Kebarakan lahan dapat menyebabkan kondisi tanah menjadi tidak stabil dan pada akhirnya dapat menyebabkan longsor ketika hujan turun dengan intensitas lebat (Mysiak et al., 2018). Banjir merupakan salah satu dampak langsung dari cuaca ekstrim yaitu hujan lebat. Dengan frekuensi cuaca ekstrim yang semakin meningkat, masalah banjir juga akan meningkat di kemudian hari. Namun permasalahan banjir saat ini masih menjadi rutinitas tahunan di berbagai wilayah termasuk Bandar Lampung. Masalah banjir masih perlu mendapat perhatian khusus dari pemerintah daerah. Banjir dapat terjadi karena hujan dengan intensitas yang tinggi dalam waktu yang lama maupun singkat, dan disertai adanya tumpukan sampah, kurangnya daerah resapan air, maupun banjir kiriman dari daerah yang lebih tinggi (Ecodrainage et al., 2019).

Menurut (Kurniadi, Y U., 2020) kota Bandar Lampung saat ini sering terjadi banjir musiman yang hampir terjadi setiap tahun hingga mengakibatkan kerugian yang tidak sedikit. Wilayah dengan status rawan banjir memang perlu mendapat perhatian khusus tidak hanya masyarakat yang tinggal di wilayah tersebut namun pemerintah daerah juga harus tanggap agar tidak terus berulang. Banjir yang tercatat oleh BNPB dalam 10 tahun terakhir ada sebanyak 16 kejadian banjir di wilayah Bandar Lampung. Lebih dari 14.000 jiwa menderita, lebih dari 500 orang harus dievakuasi, lebih dari 900 rumah mengalami kerusakan, dan 4 fasilitas umum mengalami kerusakan. Untuk mencegah timbulnya korban jiwa dalam penanganan banjir di masa depan diperlukan sebuah informasi peringatan dini sebelum banjir tiba. BMKG sampai saat ini sudah memiliki produk yang bisa digunakan oleh masyarakat berupa peringatan dini cuaca ekstrim 3 harian, peringatan dini cuaca ekstrim pada hari berjalan, peringatan dini cuaca ekstrim 2-3 jam. Hal ini masih perlu dilakukan inovasi agar ada kelanjutan dari informasi yang sudah rutin disebarluaskan setiap harinya. Prediksi banjir yang ada sekarang di BMKG masih jauh dari kata akurat, prediksi banjir yang dilakukan saat ini hanya berdasarkan prediksi jumlah curah hujan harian saja di suatu wilayah tanpa ada penelitian sebelumnya yang mendasarinya. Untuk itu sebelum melangkah ke dalam pembuatan prediksi kejadian banjir dilakukan dahulu pengumpulan kejadian-kejadian banjir di masa lalu dan dilakukan analisis dengan menggunakan Artificial Neural Network (ANN). Algoritma Artificial Neural Network (ANN) mampu belajar mandiri dari data yang diinputkan ke dalamnya dan kemudian memberikan respon, Artificial Neural Network (ANN) sangat mahir dalam menangani data nonlinier dan menghasilkan temuan dan prediksi yang sangat akurat (Abdulagatov et al., 2022). Berdasarkan permasalahan diatas yang mendorong peneliti untuk melakukan penelitian “Prediksi Kejadian Banjir Di Wilayah Kota Bandar Lampung Dengan Metode *Artificial Neural Network*” untuk dapat memprediksi seberapa besar peluang banjir esok hari di wilayah Kota Bandar Lampung sehingga masyarakat dan juga pemerintah daerah dapat melakukan persiapan atau mitigasi lebih dini.

## 2. KERANGKA TEORI

### 2.1 Penelitian Terkait

Penelitian yang dilakukan (Abdulagatov et al., 2022) dalam memprediksi banjir menggunakan ANN didapatkan hasil prediksi JST lebih baik dibandingkan saat pelatihan, namun pada penelitian ini data yang digunakan untuk pelatihan dan pengujian tidak begitu banyak sehingga hasilnya tidak begitu baik. Penelitian yang dilakukan (Febus Reidj G. Cruz; Matthew G. Binag; Marlou Ryan G. Ga; Francis Aldrine A. Uy, 2018) didapatkan hasil penelitian pada dataset pelatihan, pengujian, validasi dan keseluruhan 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. Metode yang digunakan untuk melakukan pelatihan dan pengujian adalah jaringan saraf tiruan berlapis dengan bantuan MATLAB untuk pengembangan model prediksi yang dilakukannya. Namun kekurangan pada penelitian yang dilakukannya adalah peringatan dini banjir secara *realtime* adalah minimnya waktu analisis, diseminasi, serta evakuasi dan juga mitigasinya.

Perbedaan penelitian yang diajukan dengan penelitian sebelumnya adalah terletak pada lokasi penelitian yang diangkat dan juga keberagaman data inputan pelatihan dan pengujian yang diajukan. Pada penelitian ini inputan untuk prediksi banjir tidak hanya curah hujan saja, namun juga digunakan data suhu udara. Data-data yang dipilih untuk dilakukan penelitian banyak sekali perbedaannya 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 (Ruhhee Tabbussum & Abdul Qayoom Dar, 2021) misalnya yang tidak sampai membuat prediksi kejadian banjir meskipun sudah didapatkan hasil pengujian dengan akurasi yang baik, lain halnya dengan penelitian (Falah et al., 2019) dan (Afzalimehr, 2021) 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. Hujan

Menurut (Wibowo, 2008) 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. Menurut (Tukidi, 2010) 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. Sedangkan menurut (Swarinoto & Sugiyono, 2011) curah hujan artinya 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.

## 2.3. Suhu Udara

Menurut (Wirjohamidjojo, 2007) 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. Sedangkan menurut (Harjono, 2004) suhu merupakan suatu besaran yang menyatakan ukuran derajat panas atau dinginnya suatu benda. 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. Hubungan antara suhu udara dan hujan adalah ketika hujan datang maka nilai suhu udara akan turun, namun tidak hanya hujan yang dapat menurunkan suhu udara kabut juga dapat membuat suhu udara turun. Hal ini membuat hubungan antara suhu udara dan hujan adalah berbanding terbalik, dimana ketika hujan semakin lebat suhu udara semakin rendah dan ketika hujan semakin ringan suhu udara semakin tinggi.

## 2.4. Banjir

Berdasarkan (Harkunti P Rahayu, I Wahdiny, U Anin, 2009) banjir dapat didefinisikan menjadi tempat tergenangnya suatu daerah yang berdampak terhadap meluapnya air yang melebihi kapasitas pembuangan air disuatu wilayah serta menimbulkan kerugian fisik, sosial, serta ekonomi. Menurut (Sebastian, 2008) 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. 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. Berdasarkan (Suripin, 2003) 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. Banjir ialah 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.

## 2.5. 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 (Heizer, 2017). 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.

## 2.6. Artificial Neural Network

Berdasarkan (Graupe, 2007) *Artificial Neural Network* adalah jaringan saraf yang bisa mensimulasikan jaringan saraf biologis manusia kedalam arsitektur *computer* serta arsitektur 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. Menurut (Santosa, 2007) ada beberapa karakteristik kemampuan otak manusia yaitu mengingat, mengeneralisasi, adaptasi, menghitung, serta menggunakan konsumsi tenaga yang rendah. 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. Menurut (Astuti, 2009) *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.

## 2.7. Algoritma Backpropagasi

Menurut (Jong Jek Siang, 2009) dan (Kusrini, & Luthfi, 2009) 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. Menurut (Astuti, 2009) metode backpropagasi pada awalnya didesain buat *neural network feedforward*, namun pada perkembangannya, metode ini diformulasikan terhadap pembelajaran di model *neural network* lainnya. Seperti menurut (Jong Jek Siang, 2009) 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 akurasi pula akan lebih baik. Backpropagasi melatih jaringan agar mampu menerima ekuilibrium antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang dipergunakan selama proses pelatihan data.

# 3. METODOLOGI

## 3.1. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a) Mengumpulkan data kejadian banjir di Kota Bandar Lampung berdasarkan data historis Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dan juga media online,
- b) Mengumpulan data curah hujan dan suhu udara di wilayah Kota Bandar Lampung berdasarkan data pengamatan BMKG.

Jumlah data yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 150 data yang terdiri dari 120 data pelatihan dan 30 data pengujian. Dari 120 data pelatihan terdiri dari 80 data latih dan 40 data sebagai target pelatihan. Kemudian dari 30 data pengujian terbagi menjadi 20 data uji dan 10 target pengujian.

## 3.2. Metode Analisis Data

Analisis prediksi kejadian banjir pada penelitian ini menggunakan software matlab. Sebelum data dilakukan input ke dalam matlab, data dikumpulkan di excel. Data yang dikumpulkan berupa data kejadian banjir, curah hujan, dan suhu udara. Hal ini berguna untuk melihat ada tidaknya pengaruh kejenuhan tanah akibat curah hujan 1 minggu sebelum kejadian banjir dengan kejadian banjir di wilayah Kota Bandar Lampung.

Ada beberapa poin penting dalam analisis data ini yaitu:

- a) Data curah hujan perhari merupakan jumlah total curah hujan selama 1 hari,

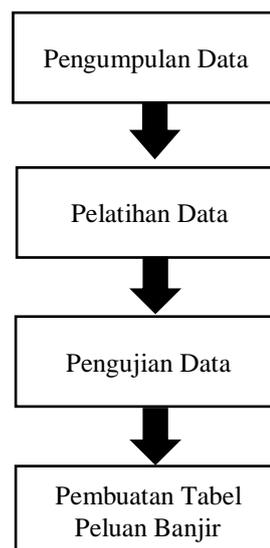
- b) Data suhu udara merupakan rata-rata selama 1 hari,
- c) Data kejadian banjir dan ada tidaknya hujan 1 minggu sebelum kejadian banjir dilambangkan dengan 1 adalah terjadi banjir dan ada hujan turun 1 minggu sebelum kejadian banjir, 0 adalah tidak terjadi banjir dan tidak ada hujan turun 1 minggu sebelum kejadian banjir.

Data yang sudah terkumpul dalam 1 tabel dilakukan pembagian data menjadi 80% sebagai data pelatihan dan 20% sebagai data pengujian. Masing masing data pelatihan dan data pengujian ini mempunyai data target pelatihan dan data target pengujian, data ini adalah data kejadian banjir yang dibuat dalam kolom data terpisah. Data yang telah dibagi kemudian dilakukan transpose dari yang sebelumnya data dalam bentuk vertikal kemudian diubah menjadi horizontal agar dapat terbaca pada matlab. Langkah selanjutnya adalah menambahkan data yang telah ditranspose ke dalam database excel untuk kemudian menjadi data pelatihan, data pengujian, dan target pelatihan. Setelah data berada di dalam database matlab selanjutnya adalah melakukan pelatihan melalui Neural Network Backpropagation. Selanjutnya untuk Training Function digunakan TRAINGD dan Adaption Learning Function digunakan LEARNGD. Kemudian untuk Performance Function digunakan MSE. Untuk Number of layers, Number of neurons, dan Transfer Function dilakukan eksperimen untuk mendapatkan hasil terbaik, dimana target pelatihan adalah  $R = >0.9$ .

Setelah didapatkan hasil R terbaik kemudian dilakukan pelatihan pengujian data yang 20% dari total data yang telah disiapkan. Setelah itu dilakukan verifikasi hasil output yang dihasilkan dengan data kejadian banjir. Jika hasilnya sudah diatas 90% maka formula pelatihan sudah bisa digunakan untuk pengujian prediksi banjir, jika belum diatas 90% maka dilakukan pengulangan eksperimen kembali untuk mendapatkan formula yang terbaik untuk dapat dilakukan prediksi banjir. Setelah skema terbaik didapatkan selanjutnya adalah membuat tabel klasifikasi banjir di wilayah Kota Bandar Lampung dengan berbagai variasi nilai unsur parameter untuk didapatkan prosentasenya dari masing-masing variasi unsur. Tabel klasifikasi inilah yang akan digunakan sebagai Decision Support System bagi prakirawan atau forecaster BMKG untuk menentukan seberapa besar peluang banjir esok hari. Hal ini kemudian dapat diteruskan sebagai informasi peringatan dini banjir kepada masyarakat dan juga pemerintah daerah untuk proses mitigasi dan evakuasi.

### 3.3. Tahapan Penelitian

Tahapan kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Tahapan penelitian

Kegiatan pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan pengumpulan data-data yang akan dilakukan analisis diantaranya data kejadian banjir di wilayah Kota Bandar Lampung selama periode 2010-2020, data banjir ini menjadi data target dalam proses analisis. Kemudian data berikutnya adalah suhu udara. Data-data ini menjadi data pelatihan dan pengujian selama proses analisis yang dilakukan pada matlab, dari total data yang dikumpulkan 80% menjadi data pelatihan dan 20% akan menjadi data pengujian. Setelah diperoleh hasil pelatihan dan pengujian dengan akurasi lebih dari atau sama dengan 0.9 selanjutnya dilakukan pembuatan tabel prediksi banjir di wilayah Kota Bandar Lampung.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pelatihan Data

Pelatihan data dilakukan sebanyak 6 kali dengan konfigurasi yang berbeda-beda untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Konfigurasi yang dilakukan perubahan adalah pada parameter jumlah hidden layers, jumlah neurons, dan epoch. Perubahan dilakukan secara eksperimen untuk mendapatkan hasil prediksi yang paling baik dengan tingkat eror yang paling kecil. Jumlah hidden layers yang dilakukan perubahan pada pelatihan ini berkisar dari 2 sampai 4, untuk jumlah neurons yang digunakan berkisar antara 20 sampai 50, dan untuk iterasi atau epoch berkisar 3000 sampai 10000. Berdasarkan tabel 4.2 semua konfigurasi memiliki nilai di atas 0.9 dengan konfigurasi 5 memiliki nilai R pelatihan yang paling besar yaitu 0.98. Hasil ini adalah hasil pelatihan dan belum melalui proses pengujian, nilai R dari proses pelatihan ini nanti akan dibandingkan dengan nilai R saat proses pengujian untuk melihat bagaimana performa dari masing-masing konfigurasi. Dari tabel 4.2 didapatkan bahwa semakin banyak hidden layer maka nilai R atau korelasi akan semakin besar. Hal ini berdasarkan dari percobaan 6 konfigurasi yang dilakukan.

Data yang digunakan dalam proses pelatihan sebanyak 80 data dengan 40 data target pelatihan. Kolom paling kanan pada tabel 4.1 adalah target pelatihan dimana target dari pelatihan adalah data terjadi banjir atau tidak berdasarkan parameter yang telah disediakan. Sedangkan kolom kedua dan ketiga adalah data latih yang terdiri rata-rata suhu harian dan jumlah curah hujan total harian. Untuk target kejadian banjir diberi kode 1 jika terjadi banjir dan 0 jika tidak terjadi banjir. Untuk jumlah curah hujan yang dipilih sebagai data pelatihan telah dipilih hari dengan curah hujan yang beragam, mulai dari hari dengan curah hujan kurang dari 10 mm dan tidak terjadi banjir sampai dengan hari dengan curah hujan lebih dari 10 mm namun juga tidak terjadi banjir. Hal ini bertujuan agar formula yang dihasilkan betul-betul mempelajari karakter penyebab banjir di wilayah Kota Bandar Lampung.

Tabel 4.1 Parameter yang dilakukan pelatihan

Tanggal Banjir	Suhu Udara (°C)	Jumlah Curah Hujan (mm)	Terjadi Banjir
19 Juni 2010	27.5	74	1
21 Juli 2010	26.2	89	1
24 November 2010	26.0	15	0
3 Desember 2010	25.8	166	1
15 Februari 2011	25.7	18	1
24 Januari 2013	26.3	85	1
25 Januari 2013	25.0	85	1
28 Juli 2013	25.1	108	1
18 Oktober 2013	25.3	44	1
17 Desember 2013	26.9	20	0
1 Januari 2014	24.4	34	1
19 Januari 2014	24.7	4	0
14 Februari 2014	26.9	25	1
2 Maret 2014	25.4	89	1
28 Juli 2014	25.2	9	0
20 Oktober 2014	27.2	8	0
22 Desember 2014	25.3	32	1
17 Februari 2015	25.1	6	0
19 Maret 2015	27.6	2	0
17 Mei 2015	25.7	23	1
11 Agustus 2015	27.7	3	0
25 November 2015	28.5	8	0
10 Januari 2016	28.8	3	0
9 Februari 2016	25.9	71	1
21 Februari 2016	27.9	3	0
15 Maret 2016	26.0	102	1
15 Juli 2016	27.5	7	0
7 Agustus 2016	28.1	3	0
23 Januari 2017	25.8	4	0
21 Februari 2017	24.0	140	1

25 Maret 2017	28.1	5	0
3 Aprill 2017	28.8	6	0
6 Aprill 2019	27.8	5	0
26 Mei 2019	28.0	8	0
20 Juli 2019	27.9	2	0
2 Maret 2020	27.3	16	1
31 Maret 2020	25.9	50	1
13 Aprill 2020	27.9	3	0
19 Juni 2020	28.4	7	0
4 September 2020	27.2	3	0

Tabel 4.2 Konfigurasi Pelatihan Data

Konfigurasi	Jumlah Hidden Layers	Jumlah Neurons	Epoch	R Latih
1	3	40	5000	0.95
2	4	50	10000	0.96
3	2	30	3000	0.91
4	3	20	10000	0.96
5	4	40	5000	0.98
6	2	30	5000	0.93

Dari 6 percobaan yang telah dilakukan, keseluruhannya masih sesuai dengan kriteria yang ditetapkan yaitu memiliki nilai R lebih dari 0.9. Urutan hasil nilai R dari ke-6 percobaan ini adalah berturut-turut dari yang terkecil yaitu konfigurasi 3, konfigurasi 6, konfigurasi 1, konfigurasi 2 dan 4 memiliki nilai yang sama, dan yang paling baik adalah konfigurasi 5. Konfigurasi 5 memiliki jumlah hidden layer yang paling banyak yaitu 4, untuk jumlah neuronnya bukan yang paling banyak yaitu 40, untuk epochnya juga bukan yang paling besar yaitu 5000.

#### 4.2. Pengujian Data

Pengujian data juga sama halnya dengan pelatihan data yaitu dilakukan sebanyak 6 kali. Proses ini merupakan proses berikutnya untuk mendapatkan hasil prediksi yang baik. Ada 20 data yang digunakan sebagai data pengujian dan 10 data sebagai target pengujian. Data pengujian ini akan melewati proses pengujian data dari masing-masing konfigurasi pelatihan data untuk mendapatkan korelasi atau R pengujian dan juga proses perhitungan akurasi. Data-data yang dipilih sebagai data pengujian juga telah dipilih dengan beragam agar didapatkan hasil prediksi banjir yang begitu akurat dengan mempelajari pola-pola dari parameter yang dipilih. Data baris keempat pada Tabel 4.3 merupakan data yang bisa dikatakan dari semua aspeknya sudah memenuhi untuk terjadi banjir namun pada kenyataannya tidak terjadi banjir pada waktu tersebut. Untuk itu data tersebut sengaja untuk dimasukkan ke dalam pengujian untuk melihat apakah Artificial Neural Network dapat mempelajari pola tersebut dan mendeteksinya sebagai kejadian tidak banjir ataukah data tersebut akan diprediksi sebagai banjir. Data tersebut untuk mengukur performa dari sistem yang dijalankan.

Tabel 4.3 Parameter yang dilakukan pengujian

Tanggal Banjir	Suhu Udara (°C)	Jumlah Curah Hujan (mm)	Terjadi Banjir
31 Januari 2010	24.9	32	1
10 Juli 2010	27.9	10	0
12 Februari 2013	25.4	50	1
11 Aprill 2013	26.3	25	0
28 Aprill 2014	27.9	8	0
18 September 2017	28.1	5	0
16 Februari 2019	25.5	29	1
15 Mei 2017	28.1	10	0
1 Juni 2017	28.4	3	0
16 Maret 2019	28.8	6	0

Berdasarkan Tabel 4.4 hasil pengujian didapatkan nilai korelasi atau R berada diangka 0.9 ke atas. Dari ke-6 konfigurasi ada 4 konfigurasi yang nilai Rnya turun saat pengujian yaitu konfigurasi 3 sampai dengan 6. Untuk konfigurasi 1 dan 2 nilai Rnya mengalami peningkatan. Konfigurasi yang paling drop nilai Rnya adalah konfigurasi 5 dari sebelumnya nilai R saat pelatihan 0.98 atau yang tertinggi turun menjadi 0.91 saat pengujian. Hasil akurasi untuk ke-6 konfigurasi juga telah dilakukan, hasilnya baik dimana ada 5 konfigurasi memiliki nilai akurasi sebesar 90% dan 1 konfigurasi memiliki nilai sempurna yaitu 100%. Konfigurasi yang memiliki nilai akurasi sempurna 100% ini adalah konfigurasi 2 dengan rata-rata nilai eror 0.004357500. Proses penilaian akurasi ini diperoleh dari hasil output pengujian dibandingkan dengan target data pengujian yang telah disiapkan. Setelah dibandingkan lalu diprosentasekan berapa nilai yang tepat lalu dibagikan dengan jumlah data target pengujian dan dikalikan 100. Konfigurasi dengan nilai akurasi terbaik akan digunakan untuk maju ke proses selanjutnya yaitu proses prediksi kejadian banjir dengan susunan suhu udara dan curah hujan yang telah disiapkan.

Tabel 4.4 Hasil pengujian dan akurasi

Konfigurasi	Jumlah Hidden Layers	Jumlah Neurons	Epoch	R Latih	R Uji	Selisih R	Eror	Akurasi (%)	Hasil Uji
1	3	40	5000	0.95	0.96	0.02	0.011958365	90	Baik
2	4	50	10000	0.96	0.98	0.02	0.004357500	100	Baik
3	2	30	3000	0.91	0.90	-0.01	0.002550683	90	Baik
4	3	20	10000	0.96	0.92	-0.04	0.003634507	90	Baik
5	4	40	5000	0.98	0.91	-0.07	0.000449109	90	Baik
6	2	30	5000	0.93	0.91	-0.02	0.004769643	90	Baik

Berdasarkan hasil analisis pada tabel 4.4 jumlah hidden layer, jumlah neuron, dan jumlah epoch yang digunakan tidak terlalu mempengaruhi hasil akhir akurasi yang diperoleh. Yang dimaksud adalah jumlah banyak hidden layer, atau jumlah neuron, dan jumlah epoch pengaruhnya tidak signifikan dalam hal akurasi, dalam penelitian yang dilakukan. Nilai R yang dihasilkan dari proses pelatihan dan pengujian juga tidak pernah berada dibawah 0.9 dengan kenaikan dan penurunan yang tidak signifikan. Rata-rata nilai eror yang diperoleh juga kecil dan hasil akurasi diperoleh antara 90-100%.

#### 4.2. Prediksi Banjir

Untuk pembuatan prediksi banjir digunakan konfigurasi 2 dengan akurasi mencapai 100% pada tahap pengujian data. Untuk nilai suhu udara berkisar antara 24-29°C. Untuk jumlah curah hujan berkisar antara 2-150mm. Data ini disusun dengan berbagai kemungkinan kondisi yang akan terjadi di kondisi nyata. Gambar 4.5 merupakan hasil prediksi banjir yang diperoleh dengan menggunakan konfigurasi 2 hasil dari proses pelatihan dan pengujian. Untuk suhu udara 24°C, hasil prediksi kejadian banjirnya sangat baik dimana prosentasenya mengikuti besaran jumlah curah hujan. Terlihat prosentasenya mulai dari 0-100% secara urut sesuai dengan jumlah curah hujan. Untuk suhu udara 25°C, juga hasilnya sangat baik dimana prosentase kejadian banjirnya juga mengikuti besaran curah hujan. Untuk suhu udara 26°C, prosentasenya juga menunjukkan hasil yang baik dimana besaran prosentasenya mengikuti besaran curah hujan. Untuk suhu udara 27°C, prosentasenya menunjukkan hasil yang kurang baik pada besaran curah hujan 150mm dimana prosentasenya hanya 20%. Pada kondisi curah hujan dibawah 150mm hasil prosentasenya cukup baik dimana besarannya urut mulai dari 0-100% namun pada jumlah curah hujan yang paling besar prosentasenya mengalami penurunan yang seharusnya tetap berada di angka 100%. Untuk suhu udara 28°C, prosentasenya tidak begitu baik mulai dari jumlah curah hujan 24mm. Pada jumlah curah hujan 24mm prosentasenya tetap stabil di angka 50% sampai dengan jumlah curah hujan 50mm. Lalu pada jumlah curah hujan 100mm dan 150mm bukan mengalami peningkatan namun prosentasenya malah mengalami penurunan di angka 20% dan 30%. Untuk suhu udara 29°C, prosentasenya 0% kecuali pada saat jumlah curah hujan 150mm dimana prosentasenya 40%.

Hasil prediksi banjir dari konfigurasi 2 sangat baik saat kondisi suhu rata-rata berada di angka 24-26°C. Untuk kondisi rata-rata suhu udara 27°C ada sedikit kekurangan dimana saat hujan dalam jumlah yang paling besar prosentasenya malah mengalami penurunan yang sangat signifikan di angka 20%. Kemudian untuk suhu udara 28-29°C hasil prosentasenya tidak begitu baik. Kemungkinan yang bisa dijelaskan jika mengacu pada kondisi nyata adalah saat terjadi hujan rata-rata suhu udara itu berada di angka yang rendah, hujan yang turun akan membuat suhu udara turun. Hal inilah yang bisa menjadi titik terang dimana pada saat kondisi rata-rata suhu udara 28-29°C hasil prosentase kejadian banjirnya tidak begitu baik. Ada kebingungan dalam sistem ANN dalam mempelajari skema data yang disusun. Sebab dalam kondisi suhu rata-rata yang tinggi (28-29°C) namun disandingkan dengan jumlah curah hujan yang jumlahnya bervariasi mulai dari 0-150mm. Jadi jika hanya mengacu pada tabel 4.5 saja maka pada kondisi rata-rata suhu udara 28-29°C prosentase kejadian banjir paling besar hanya 50%.

Tabel 4.5 Tabel Prediksi Banjir

Suhu Udara (°C)	Curah Hujan (mm)	Prediksi Banjir (%)
24	2	0
24	4	10
24	6	10
24	8	20
24	10	30
24	12	40
24	14	50
24	16	50
24	18	60
24	20	70
24	22	80
24	24	80
24	26	90
24	30	100
24	50	90
24	100	100
24	150	100
25	2	0
25	4	0
25	6	0
25	8	0
25	10	0
25	12	0
25	14	10
25	16	10
25	18	20
25	20	30
25	22	40
25	24	50
25	26	60
25	30	80
25	50	100
25	100	100
25	150	100
26	2	0
26	4	0
26	6	0
26	8	0
26	10	0
26	12	0
26	14	10
26	16	10
26	18	20
26	20	30
26	22	40

26	24	50
26	26	60
26	30	70
26	50	100
26	100	100
26	150	100
27	2	0
27	4	0
27	6	0
27	8	0
27	10	0
27	12	0
27	14	10
27	16	20
27	18	30
27	20	40
27	22	60
27	24	70
27	26	80
27	30	100
27	50	100
27	100	90
27	150	20
28	2	0
28	4	0
28	6	0
28	8	0
28	10	0
28	12	10
28	14	20
28	16	20
28	18	30
28	20	40
28	22	50
28	24	50
28	26	50
28	30	50
28	50	50
28	100	20
28	150	30
29	2	0
29	4	0
29	6	0
29	8	0
29	10	0
29	12	0
29	14	0

---

---

29	16	0
29	18	0
29	20	0
29	22	0
29	24	0
29	26	0
29	30	0
29	50	0
29	100	0
29	150	40

---

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan didapatkan bahwa proses konfigurasi variabel data yang dilakukan secara eksperimen dapat menghasilkan nilai korelasi atau R yang baik, baik itu saat proses pelatihan maupun pengujian. Nilai korelasi atau R saat pelatihan dan pengujian berada diangka 0.9 keatas. Konfigurasi 2 merupakan konfigurasi dengan hasil akurasi terbaik mencapai 100% saat proses pengujian variabel data. Konfigurasi 2 kemudian digunakan untuk proses prediksi banjir dengan menggunakan skema kondisi suhu udara dan curah hujan yang telah disiapkan. Prediksi kejadian banjir pada rata-rata suhu udara 24-26°C menunjukkan hasil yang sangat baik, untuk rata-rata suhu udara 27°C juga baik namun pada saat jumlah curah hujan 150mm prosentasenya mengalami penurunan yang cukup signifikan. Pada kondisi rata-rata suhu udara 28-29°C prosentase kejadian banjir paling besar hanya 50%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) atas kesediaan data historis bencana yang dapat diakses oleh siapa saja yang membutuhkan dan juga terlebih kepada BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) atas kesediaan data-data pendukung untuk kelancaran dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdulagatov, M., Ahmad, M., Al Mehedi, A., Md, M., Yazdan, S., & Kumar, R. (2022). *Development of Machine Learning Flood Model Using Artificial Neural Network (ANN) at Var River*. <https://doi.org/10.3390/liquids2030010>
- Afzalimehr, E. S. T. & H. (2021). Artificial neural network and multi-criteria decision-making models for flood simulation in GIS: Mazandaran Province, Iran. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00477-021-01997-z>
- Arnold, J. . (1999). *Soil Moisture*.
- Astuti, E. D. (2009). *Pengantar Jaringan Saraf Tiruan*. Star Publishing.
- Ecodrainage, M., Ekosistem, P., Tungu, D., Girimulyo, D., Panggang, K., Gunungkidul, K., Santoso, D. H., Artikel, S., & Kunci, K. (2019). Penanggulangan Bencana Banjir Berdasarkan Tingkat Kerentanan dengan Metode Ecodrainage Pada Ekosistem Karst di Dukuh Tungu, Desa Girimulyo, Kecamatan Panggang, Kabupaten Gunungkidul, DIY. *Jurnal Geografi*, 16(1), 7–15. <https://doi.org/10.15294/jg.v16i1.17136>
- Falah, F., Rahmati, O., Rostami, M., Ahmadisharaf, E., Daliakopoulos, I. N., & Pourghasemi, H. R. (2019). Artificial Neural Networks for Flood Susceptibility Mapping in Data-Scarce Urban Areas. *Spatial Modeling in GIS and R for Earth and Environmental Sciences*, 323–336. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815226-3.00014-4>
- Febus Reidj G. Cruz; Matthew G. Binag; Marlou Ryan G. Ga; Francis Aldrine A. Uy. (2018). Flood Prediction Using Multi-Layer Artificial Neural Network in Monitoring System with Rain Gauge, Water Level, Soil Moisture Sensors. *TENCON 2018 - 2018 IEEE Region 10 Conference*. <https://doi.org/10.1109/TENCON.2018.8650387>
- Graupe, D. (2007). *Principles of Artificial Neural Networks: Vol. Vol. 6, 2n*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore.
- Harjono, W. M. (2004). *Pokok- Pokok Fisika SMP Untuk Kelas VIII*. Erlangga.
- Harkunti P Rahayu, I Wahdiny, U Anin, A. M. (2009). Banjir dan Upaya penanggulangannya. *Bandung: Promise Indonesia*.
- Heizer, J. (2017). *Sustainability and Supply Chain Management*. Pearson.
- Jong Jek Siang. (2009). *Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan MATLAB*. Andi Yogyakarta.
- Kurniadi, Y U., et al. (2020). Peran Pangkalan Udara Pangeran M. Bun Yamin Bandar Lampung dalam penanggulangan bencana guna mendukung keamanan nasional. *Nusantara: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*,
-

- 7(2), 408–420.
- Kusrini, & Luthfi, E. T. (2009). *Algoritma Data Mining*. Andi Yogyakarta.
- Lakitan, B. (1994). *Dasar-Dasar Klimatologi*. Raja Grafindo Persada.
- Mysiak, J., Castellari, S., Kurnik, B., Swart, R., Pringle, P., Schwarze, R., Wolters, H., Jeuken, A., & Van Der Linden, P. (2018). Brief communication: Strengthening coherence between climate change adaptation and disaster risk reduction. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 18(11), 3137–3143. <https://doi.org/10.5194/nhess-18-3137-2018>
- Ruhhee Tabbussum & Abdul Qayoom Dar. (2021). Performance evaluation of artificial intelligence paradigms—artificial neural networks, fuzzy logic, and adaptive neuro-fuzzy inference system for flood prediction. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11356-021-12410-1>
- Santosa. (2007). *Data Mining : Teknik Pemanfaatan Data Untuk Keperluan Bisnis Teori & Aplikasi*. Graha Ilmu.
- Sebastian, L. (2008). Pendekatan Pencegahan dan Penanggulangan Banjir. *Jurnal Dinamika Teknik Sipil, Volume 8 N*.
- Suripin. (2003). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. ANDI., 2004.
- Swarinoto, Y. S., & Sugiyono, S. (2011). Pemanfaatan Suhu Udara Dan Kelembapan Udara Dalam Persamaan Regresi Untuk Simulasi Prediksi Total Hujan Bulanan Di Bandar Lampung. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 12(3), 271–281. <https://doi.org/10.31172/jmg.v12i3.109>
- Tukidi. (2010). Karakter Curah Hujan di Indonesia. *Jurnal Geografi FIS UNNES*, 7(2), 136–145.
- Wibowo, H. (2008). *Desain Prototipe Alat Pengukur Curah Hujan Jarak Jauh Dengan Pengendali Komputer*. Universitas Jember.
- Wirjohamidjojo, S. & Y. S. S. (2007). *Praktek Meteorologi Pertanian*. Badan Meteorologi dan Geofisika.
- World Meteorological Organization. (2019). *WMO Atlas of Mortality and Economic Losses From Weather , Climate and Water Extremes* (Issue 1267). [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=10902](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10902)
-