

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Pelatihan dan pengujian dataset yang berjumlah 350 data telah dilakukan pelatihan dan juga pengujian dengan menggunakan 20 konfigurasi model yang berbeda. Dari total 350 data dibagi menjadi 80% untuk data pelatihan dan 20% untuk data pengujian. Jumlah data pelatihan sebanyak 280 yang terdiri dari 240 data latih dan 40 target latih, serta 70 data pengujian yang terdiri dari 60 data uji dan 10 target uji.

Variabel yang digunakan sebagai data latih dan data uji adalah rata-rata suhu udara, rata-rata kelembapan, rata-rata angin permukaan, angin monsun (musim), jumlah curah hujan, dan total curah hujan 1 minggu sebelum tanggal yang digunakan. Sedangkan untuk target latih dan target uji digunakan data kejadian banjir yang didefinisikan sebagai banjir (1) dan tidak banjir (0).

Jumlah kejadian tidak banjir dalam dataset sebanyak 29 kejadian sedangkan jumlah kejadian banjir sebanyak 21 kejadian. Pertama dataset dilakukan pelatihan dengan menggunakan ANN backpropagasi dan juga ANN distribusi untuk mendapatkan nilai eror dari masing-masing ANN. Setelah itu dibandingkan sebesar besar selisih nilai erornya untuk membuktikan bahwa ANN backpropagasi bekerja dengan mereduksi nilai eror untuk mendapatkan hasil prediksi yang baik.

Setelah itu dilanjutkan dengan menganalisa data hasil pelatihan dan hasil pengujian menggunakan ANN backpropagasi untuk melihat bagaimana perubahan korelasi antara data hasil pelatihan dengan data hasil pengujian serta mengukur hasil akurasi untuk melihat performa model. Sebelum menentukan model yang terbaik juga dilakukan analisis terkait bagaimana performa ANN backpropagasi dengan menggunakan fitur *hyperparameter* atau yang tidak menggunakan *hyperparameter*. Hyperparameter merupakan fitur yang disediakan model untuk mencari nilai akurasi terbaik dalam pengaturan konfigurasi yang dilakukan. Untuk menguji bagaimana performa dari hyperparameter dilakukan pengujian terkait nilai erornya, nilai rmsnya, dan juga akurasinya baik dalam proses pelatihan dan juga pengujian.

4.1.1 Perbandingan Nilai Eror ANN Backpropagasi dan ANN Distribusi

Analisis perbandingan nilai eror antara ANN backpropagasi dengan ANN distribusi telah dilakukan melalui 20 model konfigurasi yang berbeda beda terkait jumlah hidden layer, jumlah neuron, dan juga epoch atau iterasi. Hasil yang diperoleh ANN backpropagasi memiliki nilai eror yang lebih kecil sebesar 85% jika dibandingkan dengan nilai eror dari ANN distribusi. Dari 20 model konfigurasi yang telah dilakukan untuk pengujian, tidak ada nilai eror dari ANN distribusi yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai eror dari ANN backpropagasi.

Tabel 4.1 Nilai Eror ANN Backpropagasi dan ANN Distribusi

Konfigurasi	Jumlah Hidden Layers	Jumlah Neurons	Epoch	Selisih Eror	Rata-Rata Eror Distribusi	Rata-Rata Eror Backprop	Prosentase
1	2	20	5000	-0.176	0.176	0.00004	-100
2	2	30	3000	-0.135	0.156	0.021	-86
3	2	30	5000	-0.191	0.192	0.001	-99
4	2	50	5000	-0.043	0.052	0.008	-84
5	2	50	10000	-0.216	0.222	0.006	-97
6	3	20	10000	-0.051	0.056	0.005	-92
7	3	30	5000	-0.060	0.069	0.008	-88
8	3	40	5000	-0.052	0.054	0.002	-97
9	3	50	5000	-0.053	0.059	0.006	-90
10	4	30	10000	-0.188	0.189	0.001	-99
11	4	40	5000	-0.041	0.052	0.010	-80
12	4	40	10000	-0.048	0.052	0.004	-92
13	4	50	10000	-0.016	0.052	0.036	-31
14	5	10	10000	-0.033	0.053	0.020	-61
15	5	20	3000	-0.060	0.062	0.002	-97
16	5	20	5000	-0.038	0.054	0.016	-71
17	5	20	10000	-0.045	0.054	0.009	-83
18	5	30	10000	-0.042	0.054	0.012	-78
19	5	50	3000	-0.050	0.060	0.010	-84
20	5	50	10000	-0.052	0.054	0.002	-96
						Rata-rata	-85

Hal ini dilakukan untuk membuktikan bahwa ANN backpropagasi bekerja untuk mengecilkan nilai eror sehingga hasil akurasi yang diperoleh menjadi lebih baik. Prosentase nilai eror yang paling kecil terjadi pada konfigurasi model ke 13 dengan nilai 31%. Selebihnya prosentase nilai eror diatas 50% pada 19 konfigurasi lainnya. Sedangkan untuk prosentase paling besar terjadi pada konfigurasi model ke 1 dengan prosentase mencapai 100% lebih kecil nilai eror ANN backpropagasi dibandingkan dengan nilai eror ANN distribusi.

Berdasarkan rata-rata nilai erornya, ANN backpropagasi memiliki nilai 0.009 sedangkan ANN distribusi memiliki nilai 0.089 dari 20 konfigurasi model. Nilai eror ANN backpropagasi tidak ada yang nilainya lebih dari 0.05 sedangkan pada ANN distribusi tidak ada konfigurasi yang nilainya lebih kecil dari pada 0.05. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan dari 20 konfigurasi model, ANN backpropagasi

dapat dibuktikan memiliki nilai eror yang lebih kecil terutama dalam penelitian yang dilakukan menggunakan dataset kejadian banjir.

Nilai eror terbesar dari ANN distribusi adalah sebesar 0.22 sedangkan nilai eror terbesar dari ANN backpropagasi sebesar 0.04. Untuk nilai eror terbaik dari ANN distribusi diperoleh nilai sebesar 0.05, sedangkan untuk ANN backpropagasi diperoleh nilai sebesar 0.00004. Nilai eror semakin baik ketika semakin kecil atau mendekati nilai 0 sedangkan untuk akurasi semakin besar atau semakin mendekati 1 maka semakin baik.

Selanjutnya dilakukan analisis berdasarkan jumlah hidden layers yang digunakan, pertama untuk jumlah hidden layers 2 diperoleh rata-rata nilai eror untuk ANN distribusi sebesar 0.159 sedangkan untuk ANN backpropagasi sebesar 0.007. ANN backpropagasi memiliki nilai eror yang lebih baik atau lebih kecil sebesar 93%. Rata-rata selisih nilai eror dari kedua ANN ini sebesar 0.152, dimana ANN backpropagasi selalui memiliki nilai eror yang lebih kecil. Nilai eror ANN distribusi terbaik adalah sebesar 0.052 sedangkan untuk ANN backpropagasi sebesar 0.00004, dari masing-masing nilai terbaiknya nilai ANN backpropagasi memiliki selisih nilai eror hampir 100%.

Untuk model konfigurasi dengan jumlah layers 3 diperoleh nilai rata-rata selisih eror antara ANN backpropagasi dengan ANN distribusi sebesar 0.054 atau secara prosentase nilai ANN backpropagasi dengan layers 3 memiliki nilai eror 91% lebih kecil dibandingkan dengan ANN distribusi. Kemudian untuk rata-rata nilai eror ANN distribusi sebesar 0.059 dan untuk ANN backpropagasi sebesar 0.005. Pada layers 3 bahkan tidak ada nilai eror ANN backpropagasi yang mencapai nilai eror 0.1, hal ini semakin menguatkan teori dari ANN backpropagasi yang berupaya untuk mengecilkan nilai eror agar memperoleh nilai akurasi yang semakin baik. Nilai eror ANN backpropagasi paling besar hanya sebesar 0.008 sedangkan ANN distribusi mencapai 0.069. Selisih antara masing-masing nilai eror terkecil antara ANN backpropagasi dan ANN distribusi sebesar 0.052 atau prosentasenya mencapai 97%.

Selanjutnya digunakan model konfigurasi yang menggunakan layers 4 dan diperoleh nilai eror rata-rata dari ANN distribusi sebesar 0.086 sedangkan untuk ANN backpropagasi sebesar 0.013. Selisih rata-ratanya sebesar 0.073 atau 75 lebih kecil nilai eror ANN backpropagasi dibandingkan dengan ANN distribusi. Nilai eror paling kecil untuk ANN backpropagasi sebesar 0.001 sedangkan untuk ANN distribusi nilai eror

paling sebesar 0.052. Dari masing-masing nilai eror terkecilnya kedua ANN memiliki selisih sebesar 0.050 atau 97 lebih kecil nilai ANN backpropagasi terhadap ANN distribusi. Performa ANN backpropagasi dalam mengecilkan nilai eror terutama dalam penelitian ini yang menggunakan dataset kejadian banjir sangat baik.

Selanjutnya adalah analisis terhadap model konfigurasi yang menggunakan layers 5 dimana diperoleh rata-rata nilai eror untuk ANN distribusi sebesar 0.056 sedangkan untuk ANN backpropagasi sebesar 0.010. Rata-rata selisih eror dari ANN backpropagasi dan ANN distribusi sebesar 0.046 atau 81% lebih kecil nilai eror ANN backpropagasi dibandingkan nilai eror ANN distribusi. Nilai eror ANN backpropagasi terbaik diperoleh sebesar 0.002 sedangkan nilai eror ANN distribusi terbaik sebesar 0.053. Mulai dari model konfigurasi yang menggunakan layers 2 sampai dengan layers 5 tidak ada nilai eror dari ANN distribusi yang lebih kecil dari pada nilai eror ANN backpropagasi. Sehingga berdasarkan penelitian yang dijalankan menggunakan dataset kejadian banjir ANN backpropagasi berhasil untuk mereduksi nilai eror dari setiap konfigurasi model yang dijalankan.

4.1.2 Hasil Pelatihan ANN Backpropagasi

Berdasarkan 20 hasil konfigurasi model pelatihan didapatkan nilai korelasi terbaik sebesar 0.99 pada konfigurasi model 2 dan 12. Sedangkan untuk konfigurasi model yang memiliki nilai korelasi paling rendah adalah konfigurasi model 3, 6, dan 8 sebesar 0.92. Seluruh konfigurasi model saat pelatihan ditetapkan standar sebesar 0.9. Jika dalam proses pelatihan tidak mencapai korelasi 0.9 maka pengaturan konfigurasi akan dilakukan penggantian parameter.

Berdasarkan tabel 4.2 semakin besar jumlah hidden layers hasil korelasi yang diperoleh juga semakin besar. Saat jumlah hidden layers yang digunakan 2 hasil korelasi paling besar adalah 0.95, dari 5 kali percobaan konfigurasi 4 diataranya memiliki konfigurasi 0.92. Sedangkan saat menggunakan hidden layers 5 hasil korelasi yang paling rendah adalah 0.94, dari 6 kali percobaan menggunakan hidden layers 5 didapatkan hasil korelasi 0.99, 0.98, 0.97, 0.97, 0.96, dan 0.94.

Tabel 4.2 Hasil Pelatihan Model

Konfigurasi	Jumlah Hidden Layers	Jumlah Neurons	Epoch	R Latih	Eror
1	2	20	5000	0.92	0.00004

Konfigurasi	Jumlah Hidden Layers	Jumlah Neurons	Epoch	R Latih	Error
2	2	30	3000	0.99	0.01166
3	2	30	5000	0.99	0.00439
4	2	50	5000	0.92	0.00099
5	2	50	10000	0.95	0.00571
6	3	20	10000	0.92	0.02140
7	3	30	5000	0.97	0.00838
8	3	40	5000	0.97	0.00181
9	3	50	5000	0.98	0.00134
10	4	30	10000	0.98	0.01589
11	4	40	5000	0.97	0.01037
12	4	40	10000	0.93	0.00820
13	4	50	10000	0.95	0.03586
14	5	10	10000	0.97	0.00193
15	5	20	3000	0.94	0.02036
16	5	20	5000	0.97	0.00951
17	5	20	10000	0.96	0.00202
18	5	30	10000	0.94	0.00476
19	5	50	3000	0.97	0.00585
20	5	50	10000	0.98	0.00898

Berdasarkan parameter jumlah neurons semakin besar nilai parameternya ternyata tidak begitu mempengaruhi hasil korelasinya. Bahwa semakin banyak neurons yang digunakan tidak menjamin hasil korelasinya semakin baik. Konfigurasi model 19 yang menggunakan neurons 10 hasil korelasinya lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi model 18 yang menggunakan neurons 50, 0.94 berbanding dengan 0.93. Kemudian untuk parameter epoch atau iterasi juga sama halnya dengan parameter jumlah neurons yang semakin besar epoch yang digunakan tidak menjadi hasil korelasinya semakin besar.

Konfigurasi model 15 yang menggunakan epoch 3000 memiliki hasil korelasi yang lebih baik dibanding konfigurasi model 4 yang menggunakan epoch 1000, hasilnya 0.97 berbanding dengan 0.94. Jumlah pengaturan konfigurasi dilakukan secara acak tidak berpacu pada panduan apapun, pengaturan konfigurasi dilakukan secara eksperimen untuk mencari hasil korelasi yang terbaik sebanyak 20 kali percobaan dengan konfigurasi yang berbeda-beda.

Analisis berikutnya adalah melihat performa dari model konfigurasi dengan cara memisahkan antara jumlah hidden layers yang digunakan. Pertama adalah analisis terkait penggunaan hidden layers 2 yang diperoleh nilai rata-rata korelasi pelatihan sebesar 0.93 dengan rata-rata nilai eror sebesar 0.0073. Nilai korelasi terbaik yang diperoleh pada model dengan hidden layers 3 sebesar 0.95 dengan nilai eror terbaik sebesar 0.00004. Untuk nilai korelasi yang paling rendah sebesar 0.92 dan untuk nilai eror yang paling besar adalah 0.0214. Pada model konfigurasi dengan hidden layers 2

tidak ada yang mampu mencapai nilai 0.99 atau bahkan nilai sempurna 1. Dari keseluruhan model konfigurasinya bahkan nilainya dibawah rata-rata total yang memiliki nilai rata-rata 0.96.

Selanjutnya untuk model yang menggunakan hidden layers 3 diperoleh nilai rata-rata korelasi pelatihan sebesar 0.96 dengan nilai korelasi terbesar sebesar 0.97 dan terkecil 0.94. Untuk nilai eror yang dihasilkan dari beberapa model konfigurasi yang menggunakan layers 3 diperoleh rata-rata eror sebesar 0.0052. Untuk nilai eror terbaik sebesar 0.0018 dan nilai eror yang paling besar adalah 0.0084. Untuk rata-rata model konfigurasi yang menggunakan layers 3 memiliki rata-rata nilai korelasi pelatihan dan juga nilai eror yang lebih baik dibandingkan rata-rata model konfigurasi yang menggunakan layers 2.

Berikutnya adalah analisis korelasi pelatihan terhadap model konfigurasi dengan jumlah layers 4. Untuk rata-rata korelasi pelatihan diperoleh nilai sebesar 0.97 dengan nilai korelasi terbaik sebesar 0.99 dan korelasi paling rendah sebesar 0.95. Untuk rata-rata nilai eror diperoleh sebesar 0.0130 dengan nilai eror terbaik sebesar 0.0013 dan nilai eror terbesarnya adalah 0.0359. Dengan rata-rata pelatihan sebesar 0.97 model dengan layers 4 memiliki rata-rata korelasi pelatihan yang lebih baik dibandingkan layers 2 dan 3. Namun untuk rata-rata nilai eror model konfigurasi dengan layer 3 masih menjadi yang terbaik. Selanjutnya untuk model konfigurasi yang menggunakan layers 5 memiliki rata-rata korelasi pelatihan sebesar 0.97 dengan rata-rata nilai eror sebesar 0.0101. Untuk nilai korelasi pelatihan terbaik sebesar 0.99 dan yang paling rendah sebesar 0.94. Untuk nilai eror terbaik diperoleh sebesar 0.0019 dan nilai eror yang paling besar sebesar 0.0204. Rata-rata nilai korelasi dari model konfigurasi dengan layers 5 sama baiknya dengan model konfigurasi dengan layers 4 yaitu 0.97. Untuk nilai eror terbaik masih menjadi milik model konfigurasi dengan layers 3 yaitu 0.0052.

4.1.3 Hasil Pengujian ANN Backpropagasi

Setelah dilakukan pelatihan terhadap dataset selanjutnya juga dilakukan pengujian dengan menggunakan 20 konfigurasi model. Dari 20 konfigurasi model setelah melalui proses pengujian keseluruhan mengalami penurunan korelasi. Korelasi konfigurasi model yang paling besar sebesar 0.96 dan yang paling kecil 0.77. Rata-rata korelasi konfigurasi saat pengujian sebesar 0.89 berbanding korelasi saat pelatihan sebesar 0.96.

Berdasarkan tabel 4.3 terlihat tidak ada konfigurasi model yang memiliki nilai korelasi pengujian yang lebih baik dibandingkan saat pelatihan. Hasil paling baik adalah pada konfigurasi model 15 dimana hasil korelasi pengujian sama dengan hasil pelatihan sebesar 0.94. Penurunan korelasi paling besar adalah pada konfigurasi model 11, dari 0.97 saat pelatihan menjadi 0.77 saat pengujian. Hanya 60% hasil korelasi pengujian dataset yang nilainya berada tetap di 0.9 atau lebih dan 40% lainnya mengalami penurunan dibawah 0.9.

Konfigurasi yang memiliki nilai korelasi pengujian terbaik (0.96) sama-sama memiliki nilai pelatihan 0.98. Keduanya sama-sama menggunakan epoch 10000 dan menggunakan hidden layer 4 dan 5. Untuk konfigurasi dengan jumlah hidden layer 2 ternyata dari 5 konfigurasi model 3 diantaranya dapat mencapai nilai korelasi pengujian 0.9 atau lebih. Untuk mengetahui performa model konfigurasi pada pembahasan selanjutnya akan dilakukan uji akurasi.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Model

Konfigurasi	Jumlah Hidden Layers	Jumlah Neurons	Epoch	R Latih	R Uji	Selisih R
1	2	20	5000	0.92	0.86	-0.06
2	2	30	3000	0.99	0.85	-0.15
3	2	30	5000	0.99	0.86	-0.13
4	2	50	5000	0.92	0.91	-0.01
5	2	50	10000	0.95	0.87	-0.08
6	3	20	10000	0.92	0.91	-0.01
7	3	30	5000	0.97	0.80	-0.17
8	3	40	5000	0.97	0.83	-0.14
9	3	50	5000	0.98	0.96	-0.01
10	4	30	10000	0.98	0.87	-0.11
11	4	40	5000	0.97	0.77	-0.20
12	4	40	10000	0.93	0.90	-0.03
13	4	50	10000	0.95	0.92	-0.04
14	5	10	10000	0.97	0.91	-0.06
15	5	20	3000	0.94	0.94	0
16	5	20	5000	0.97	0.92	-0.05
17	5	20	10000	0.96	0.94	-0.03
18	5	30	10000	0.94	0.92	-0.02
19	5	50	3000	0.97	0.94	-0.03
20	5	50	10000	0.98	0.96	-0.03

Analisis dilakukan dengan membagi model konfigurasi dengan layers yang digunakan, pertama adalah model konfigurasi yang menggunakan layers 2 memiliki nilai rata-rata pengujian sebesar 0.89 dengan nilai akurasi tertinggi sebesar 0.91 dan paling rendah sebesar 0.86. Jika dibandingkan rata-rata korelasi pelatihan dengan model konfigurasi yang menggunakan layers 2 saat pelatihan terjadi penurunan nilai akurasi sebesar 0.04.

Kemudian untuk nilai korelasi pengujiannya yang paling rendah saat pelatihan nilainya tetap berada di angka 0.9 sedangkan saat pengujian nilainya berada di bawah dari 0.9. Saat pengujian sebanyak 40% nilai korelasi pengujian berada di bawah 0.9.

Untuk model konfigurasi dengan layers 3 memiliki nilai rata-rata korelasi pengujian sebesar 0.87. Nilai korelasi pengujian terbaik sebesar 0.94 dan yang paling rendah sebesar 0.80. Nilai rata-rata korelasi pengujian pada layers 3 lebih rendah dibandingkan dengan nilai korelasi pengujian pada layers 2. Nilai penurunan rata-rata korelasinya juga lebih besar dibandingkan dengan layers 2, dimana pada layers 3 nilai penurunan korelasinya sebesar 0.09. 50% hasil korelasi pengujian pada layers 3 berada dibawah 0.9. Bahkan pada model konfigurasi 7 nilai akurasinya hanya sebesar 0.8.

Selanjutnya adalah analisis terhadap model konfigurasi dengan layers 4, nilai rata-rata korelasi yang dihasilkan sebesar 0.88 dengan nilai korelasi pengujian terbaik sebesar 0.96 dan paling rendah sebesar 0.77. Nilai rata-ratanya korelasinya masih lebih baik jika dibandingkan dengan rata-rata korelasi pada layers 3 namun untuk nilai korelasi pengujian paling rendahnya menjadi 0.77 bahkan berada dibawah 0.8. Sampai dengan analisis terhadap layers 4 belum ada hasil layers yang berhasil mencapai 0.9. Nilai korelasi terbaik 0.96 merupakan nilai korelasi pengujian tertinggi mulai dari layers 2 sampai dengan layers 4.

Selanjutnya adalah analisis dengan layers 5, nilai rata-rata yang diperoleh adalah sebesar 0.91. Dengan nilai rata-rata ini maka layers 5 adalah satu-satunya kumpulan model konfigurasi pengujian yang berhasil mencapai nilai tersebut. Nilai korelasi pengujian terbaik diperoleh sebesar 0.96 dan untuk korelasi paling rendah sebesar 0.85. Dengan hasil ini maka layers 4 yang memiliki nilai korelasi pengujian paling rendah yaitu 0.77 yang diperoleh dari model konfigurasi 5 yang berisikan parameter layers 4, neurons 40, dan epoch sebanyak 5000. Selisih penurunan rata-rata nilai korelasi pengujian saat pengujian dan pelatihan sebesar 0.06. Layers 5 merupakan kumpulan model konfigurasi yang memiliki rata-rata korelasi pengujian yang mampu mencapai 0.9.

4.1.4 Akurasi ANN Backpropagasi

Setelah melalui proses pelatihan dan pengujian, selanjutnya model konfigurasi dilakukan uji akurasi untuk mengukur sejauh mana performa model yang memiliki skor akurasi paling baik. Berdasarkan tabel 4.6 terdapat beberapa konfigurasi yang memiliki

skor akurasi 100% saat pelatihan yaitu konfigurasi model 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, dan 20. Sedangkan saat pengujian juga terdapat beberapa model konfigurasi yang memiliki skor akurasi 100% yaitu konfigurasi model 1, 2, 3, 6, 9, 10, 14, 15, dan 17. Saat pelatihan akurasi diluar skor sempurna 100% yaitu 98% terjadi pada konfigurasi model 1, 2, 3, 11, dan 13. Sedangkan saat pengujian diluar skor sempurna 100% terdapat skor 90% pada konfigurasi model 4, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 16, 18, 19, dan 20. Baik saat pelatihan maupun pengujian variabel dataset tidak ada skor akurasi yang nilainya dibawah 90%.

Berdasarkan skor akurasi pengujian model konfigurasi yang nilainya 100% tidak ada acuan pengaturan parameter terkait jumlah hidden layers, jumlah neurons, dan epoch yang dapat dijadikan standar yang pakem. Untuk parameter hidden layers skor akurasi 100% didapatkan dari jumlah hidden layer mulai dari 2, 3, 4, dan 5. Untuk parameter jumlah neurons skor akurasi 100% saat pengujian diperoleh dari neurons 10, 20, 30, dan 50. Sedangkan untuk parameter epoch atau iterasi skor akurasi 100% diperoleh dari epoch 3000, 5000, dan 10000. Semua perwakilan parameter hampir mendapatkan perwakilan kecuali neurons 40. Selain memiliki skor akurasi pelatihan dan pengujian yang baik performa model berdasarkan nilai eror juga dapat dikatakan baik sebab nilai eror yang diperoleh saat pelatihan dataset sangat kecil paling besar hanya sekitar 0.03586 yang terjadi pada saat pelatihan model konfigurasi 13, pada kondisi ini juga nilai akurasi pelatihan dan pengujian tidak ada yang mencapai skor 100%. Dari 3 konfigurasi model yang menggunakan epoch 3000, 2 diantaranya berhasil mencapai nilai akurasi sempurna 100%.

Tabel 4.4 Hasil Akurasi Model

Konfigurasi	Jumlah Hidden Layers	Jumlah Neurons	Epoch	Error	Akurasi Latih (%)	Akurasi Uji (%)	Hasil Uji
1	2	20	5000	0.00004	98	100	Baik
2	2	30	3000	0.02140	98	100	Baik
3	2	30	5000	0.00099	98	100	Baik
4	2	50	5000	0.00820	100	90	Baik
5	2	50	10000	0.00571	100	90	Baik
6	3	20	10000	0.00476	100	100	Baik
7	3	30	5000	0.00838	100	90	Baik
8	3	40	5000	0.00181	100	90	Baik
9	3	50	5000	0.00585	100	100	Baik
10	4	30	10000	0.00134	100	100	Baik
11	4	40	5000	0.01037	98	90	Baik
12	4	40	10000	0.00439	100	90	Baik
13	4	50	10000	0.03586	98	90	Baik

Konfigurasi	Jumlah Hidden Layers	Jumlah Neurons	Epoch	Error	Akurasi Latih (%)	Akurasi Uji (%)	Hasil Uji
14	5	10	10000	0.02036	100	100	Baik
15	5	20	3000	0.00202	100	100	Baik
16	5	20	5000	0.01589	100	90	Baik
17	5	20	10000	0.00898	100	100	Baik
18	5	30	10000	0.01166	100	90	Baik
19	5	50	3000	0.00951	100	90	Baik
20	5	50	10000	0.00193	100	90	Baik

Berdasarkan hasil uji akurasi nilai rata-ratanya yang diperoleh berdasarkan 20 model konfigurasi sebesar 94.5%. 45% dari total konfigurasi model berhasil mencapai nilai akurasi sempurna sedangkan 55% sisanya mencapai nilai akurasi sebesar 90%. Tidak ada nilai akurasi yang berada di bawah 90%. Untuk setiap model konfigurasi yang memiliki nilai akurasi sempurna 100% memiliki rata-rata nilai eror 0.00730 dengan nilai eror terbaik berada di angka 0.00004. Sedangkan untuk model konfigurasi yang hanya mampu mencapai akurasi 90% memiliki nilai eror rata-rata sebesar 0.01034 dengan nilai eror terbaik sebesar 0.00181.

Berdasarkan tabel 4.4 model konfigurasi yang *underfitting* adalah model konfigurasi 11 dan 13 dimana keduanya, baik saat pelatihan dan pengujian nilainya tidak mencapai 100%. Untuk model konfigurasi *overfitting* yaitu model konfigurasi 4, 5, 7, 8, 12, 16, 18, 19, dan 20 dimana akurasi pelatihan mencapai 100% dan akurasi saat pengujian turun menjadi 90%. Sedangkan model konfigurasi yang *best fitting* yaitu model konfigurasi 6, 9, 10, 14, 15, dan 17 dimana hasil konfigurasi saat pelatihan dan pengujian sama-sama sempurna 100%.

4.1.5 Hyperparameter dan Non Hyperparameter

Hyperparameter merupakan fitur yang dapat digunakan untuk mencari hasil terbaik dari suatu konfigurasi model. Untuk membuktikan apakah fitur ini dapat menghasilkan hasil yang terbaik dilakukan pengujian terhadap dataset. Tidak semua konfigurasi dapat dicoba dengan hyperparameter sebab jumlah hidden layers maksimal yang dapat dijalankan dengan hyperparameter adalah 3 layers sehingga hanya 9 konfigurasi model dari 20 yang dapat dilakukan pengujian. Hasil yang diperoleh dengan hyperparameter akan dibandingkan dengan hasil non hyperparameter untuk membuktikan apakah dengan menggunakan hyperparameter selalu menghasilkan nilai yang paling baik atau tidak.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap dataset dengan menggunakan hyperparameter diperoleh nilai rata-rata *rmse* sebesar 0.27813, untuk nilai terbaiknya sebesar 0.25550, dan nilai *rmse* paling besar sebesar 0.29223. Selanjutnya untuk parameter *mse* nilai rata-rata yang diperoleh sebesar 0.077557, untuk *mse* terbaik sebesar 0.065278, dan nilai *mse* paling besar 0.08540. Untuk parameter *mae* diperoleh rata-rata sebesar 0.10396, nilai *mae* terbaik yang diperoleh sebesar 0.08996, dan nilai *mae* terbesar sebesar 0.11882. Kemudian untuk parameter *r-squared* diperoleh nilai rata-rata sebesar 0.68, dengan nilai terbaiknya sebesar 0.73, dan untuk nilai *r-squared* terburuk sebesar 0.65.

Untuk analisis dataset tanpa menggunakan fitur hyperparameter diperoleh nilai rata-rata *rmse* sebesar 0.48172, untuk nilai terbaiknya sebesar 0.11456, dan nilai *rmse* paling besar sebesar 0.655. Selanjutnya untuk parameter *mse* nilai rata-rata yang diperoleh sebesar 0.284147 untuk *mse* terbaik sebesar 0.013124, dan nilai *mse* paling besar 0.429. Untuk parameter *mae* diperoleh rata-rata sebesar 0.3545, nilai *mae* terbaik yang diperoleh sebesar 0.0792, dan nilai *mae* terbesar sebesar 0.495. Kemudian untuk parameter *r-squared* diperoleh nilai rata-rata sebesar 0.89, dengan nilai terbaiknya sebesar 0.95, dan untuk nilai *r-squared* terburuk sebesar 0.84.

Fitur hyperparameter dapat memberikan hasil untuk menekan nilai eror menjadi lebih kecil secara umum, namun penggunaannya belum begitu optimal terutama dalam penelitian dengan dataset banjir ini dimana performa dari ANN backpropagasi tanpa menggunakan fitur tersebut dapat memberikan hasil yang jauh lebih efektif, seperti memberikan nilai *rmse*, *mse*, dan *mae* yang lebih kecil namun bukan secara rata-rata. Begitu juga untuk parameter *r-squared* dimana penggunaan fitur hyperparameter nilai yang diperoleh belum optimal dimana baik secara nilai rata-rata maupun nilai terbaik masih dibawah dari tanpa penggunaan fitur tersebut.

Tabel 4.5 ANN Hyperparameter

ANN Backpropagasi Hyperparameter							
Konfigurasi	Jumlah Hidden Layers	Jumlah Neurons	Epoch	Rmse	R-Squared	Mse	Mae
1	2	20	5000	0.28575	0.67	0.081654	0.10776
2	2	30	3000	0.25550	0.73	0.065278	0.09241
3	2	30	5000	0.25816	0.73	0.066646	0.10345
4	2	50	5000	0.28363	0.67	0.080448	0.11882
5	2	50	10000	0.28933	0.66	0.083712	0.10401
6	3	20	10000	0.29060	0.65	0.084451	0.10328
7	3	30	5000	0.29223	0.65	0.085400	0.10690
8	3	40	5000	0.28611	0.67	0.081859	0.10901
9	3	50	5000	0.26185	0.72	0.068566	0.08996
Rata-rata				0.27813	0.68	0.077557	0.10396
Nilai Terbaik				0.25550	0.73	0.065278	0.08996

Tabel 4.6 ANN Non Hyperparameter

ANN Backpropagasi Non Hyperparameter							
Konfigurasi	Jumlah Hidden Layers	Jumlah Neurons	Epoch	Rmse	R-Squared	Mse	Mae
1	2	20	5000	0.63189	0.85	0.399285	0.4700
2	2	30	3000	0.19934	0.84	0.039738	0.1439
3	2	30	5000	0.62957	0.84	0.396352	0.4578
4	2	50	5000	0.64685	0.87	0.418418	0.4909
5	2	50	10000	0.64795	0.89	0.419840	0.4953
6	3	20	10000	0.16725	0.89	0.027972	0.1162
7	3	30	5000	0.65513	0.93	0.429197	0.4670
8	3	40	5000	0.11456	0.95	0.013124	0.0792
9	3	50	5000	0.64296	0.94	0.413400	0.4700
Rata-rata				0.48172	0.89	0.284147	0.3545
Nilai Terbaik				0.11456	0.95	0.013124	0.0792

Berdasarkan tabel 4.5 konfigurasi model yang memiliki hasil paling baik adalah konfigurasi model 2 dengan nilai r-squared 0.73, rmse 0.25550, mse 0.65278, dan mae 0.08996. Sedangkan pada tabel 4.6 konfigurasi model yang memiliki hasil paling baik adalah konfigurasi model 8 dengan nilai r-squared 0.95, rmse 0.11456, mse 0.013124, dan mae 0.0792. Dari kedua hasil ini ANN dengan non hyperparameter ternyata dapat memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan ANN dengan menggunakan fitur hyperparameter. Nilai r-squared menggunakan non hyperparameter menghasilkan nilai r-squared 0.95 yang berarti 95% variabel independen mampu mempengaruhi variabel target sedangkan dengan hyperparameter hanya sebesar 73%. Dengan hasil ini proses selanjutnya tetap menggunakan ANN tanpa menggunakan fitur hyperparameter.

Tabel 4.7 Akurasi ANN Hyperparameter

ANN Backpropagasi Hyperparameter						
Konfigurasi	Jumlah Hidden Layers	Jumlah Neurons	Epoch	Akurasi Latih (%)	Akurasi Uji (%)	Hasil Uji
1	2	20	5000	85	80	Baik
2	2	30	3000	88	90	Baik
3	2	30	5000	85	80	Baik
4	2	50	5000	85	80	Baik
5	2	50	10000	88	100	Baik
6	3	20	10000	85	90	Baik
7	3	30	5000	85	100	Baik
8	3	40	5000	88	90	Baik
9	3	50	5000	85	100	Baik

Tabel 4.8 Akurasi ANN Non Hyperparameter

ANN Backpropagasi Non Hyperparameter						
Konfigurasi	Jumlah Hidden Layers	Jumlah Neurons	Epoch	Akurasi Latih (%)	Akurasi Uji (%)	Hasil Uji
1	2	20	5000	98	100	Baik
2	2	30	3000	98	100	Baik
3	2	30	5000	98	100	Baik
4	2	50	5000	100	90	Baik
5	2	50	10000	100	90	Baik
6	3	20	10000	100	100	Baik
7	3	30	5000	100	90	Baik
8	3	40	5000	100	90	Baik
9	3	50	5000	100	100	Baik

Berdasarkan tabel 4.7 diperoleh nilai rata-rata akurasi pelatihan dengan menggunakan fitur hyperparameter sebesar 86% dengan nilai akurasi paling besar 88% dan paling

kecil 85%. Sedangkan untuk hasil akurasi pengujiannya diperoleh nilai rata-rata sebesar 90% dengan nilai akurasi paling besar 100% dan paling kecil 80%. Seluruh hasil akurasi dari model konfigurasi berhasil mencapai nilai paling kecil 80%.

Selanjutnya adalah analisis terkait rata-rata akurasi pelatihan dengan menggunakan model tanpa hyperparameter. Nilai rata-rata akurasi mencapai 99% dengan nilai akurasi terbaik sebesar 100% dan paling kecil 98%. Sedangkan untuk rata-rata nilai akurasinya mencapai 96% dengan nilai terbaik sebesar 96% dan paling kecil 90%. Sama halnya dengan model yang menggunakan hyperparameter, namun untuk akurasi pelatihan dan juga pengujian model non hyperparameter lebih baik dimana rata-rata dari model yang fitur hyperparameter dalam prosesnya.

Ada 2 konfigurasi yang mampu mempertahankan antara nilai akurasi pelatihan dan nilai akurasi pengujian tetap berada pada nilai akurasi sempurna 100% yaitu model konfigurasi 6 dan 9. Tujuan utama dari fitur hyperparameter adalah meningkatkan nilai akurasi, namun pada penelitian ini nilai akurasi model tanpa hyperparameter memiliki nilai yang lebih baik baik saat pelatihan (88 berbanding 99) maupun pengujian (90 berbanding 96). Penggunaan fitur hyperparameter tidak hanya memiliki nilai eror yang lebih besar namun juga memiliki tingkat akurasi yang lebih rendah dibandingkan dengan model yang tidak menggunakannya.

4.1.6 Penentuan Model Terbaik

Setelah melakukan analisis terhadap hasil pelatihan dan pengujian selanjutnya dilakukan analisis uji akurasi terhadap hasil pengujian konfigurasi model. Berdasarkan tabel 4.9 dari 20 konfigurasi model terdapat 6 konfigurasi model yang memiliki skor akurasi sempurna 100% pada saat pelatihan dan juga pengujian yaitu konfigurasi model 6, 9, 10, 14, 15, dan 17. Sedangkan 14 model lainnya memiliki skor akurasi paling rendah 90% saat pengujian dan 98% saat pelatihan. Akurasi secara keseluruhan model konfigurasi sangat baik dimana tidak ada akurasi yang skornya kurang dari 90% sehingga secara keseluruhan model konfigurasi dapat mempelajari dataset dengan sangat baik.

Performa validasi terbaik dari model konfigurasi 10 adalah sebesar 0.00013145 pada epoch ke 8. Untuk nilai mse proses pembelajaran model konfigurasi 10 mengalami

Kemudian dari 6 model konfigurasi yang memiliki skor 100% dipisahkan untuk mencari nilai yang terbaik untuk dapat dijadikan model untuk pembuatan tabel prediksi banjir dengan menggunakan dataset yang telah disiapkan. Pada tabel 4.10 setelah dilakukan pemisahan konfigurasi model dan dikerucutkan menjadi 6 model dipilih model konfigurasi 10 sebagai model yang paling baik dengan berbagai alasan diantaranya memiliki nilai korelasi pelatihan dan pengujian yang paling besar (0.98 dan 0.96). Memiliki selisih nilai korelasi yang paling kecil yang mengindikasikan performa modelnya baik karena penurunan nilai korelasinya kecil hanya sebesar 0.01. Faktor lainnya adalah karena memiliki nilai eror yang paling kecil diantaranya 5 model lainnya yaitu 0.00134. Selanjutnya adalah melakukan pengujian dengan menggunakan konfigurasi model 10 terhadap kumpulan dataset yang telah disiapkan.

Tabel 4.9 Rangkuman Pelatihan, Pengujian, dan Akurasi Model

Konfigurasi	Jumlah Hidden Layers	Jumlah Neurons	Epoch	R Latih	R Uji	Selisih R	Error	Akurasi Latih (%)	Akurasi Uji (%)
1	2	20	5000	0.92	0.86	-0.06	0.00004	98	100
2	2	30	3000	0.92	0.91	-0.01	0.02140	98	100
3	2	30	5000	0.92	0.91	-0.01	0.00099	98	100
4	2	50	5000	0.93	0.90	-0.03	0.00820	100	90
5	2	50	10000	0.95	0.87	-0.08	0.00571	100	90
6	3	20	10000	0.94	0.92	-0.02	0.00476	100	100
7	3	30	5000	0.97	0.80	-0.17	0.00838	100	90
8	3	40	5000	0.97	0.83	-0.14	0.00181	100	90
9	3	50	5000	0.97	0.94	-0.03	0.00585	100	100
10	4	30	10000	0.98	0.96	-0.01	0.00134	100	100
11	4	40	5000	0.97	0.77	-0.20	0.01037	98	90
12	4	40	10000	0.99	0.86	-0.13	0.00439	100	90
13	4	50	10000	0.95	0.92	-0.04	0.03586	98	90
14	5	10	10000	0.94	0.94	0	0.02036	100	100
15	5	20	3000	0.96	0.94	-0.03	0.00202	100	100
16	5	20	5000	0.98	0.87	-0.11	0.01589	100	90
17	5	20	10000	0.98	0.96	-0.03	0.00898	100	100
18	5	30	10000	0.99	0.85	-0.15	0.01166	100	90
19	5	50	3000	0.97	0.92	-0.05	0.00951	100	90
20	5	50	10000	0.97	0.91	-0.06	0.00193	100	90

Tabel 4.10 Model Konfigurasi Pengujian dengan Skor Akurasi 100%

Konfigurasi	Jumlah Hidden Layers	Jumlah Neurons	Epoch	R Latih	R Uji	Selisih R	Error	Akurasi Latih (%)	Akurasi Uji (%)
6	3	20	10000	0.94	0.92	-0.02	0.00476	100	100
9	3	50	5000	0.97	0.94	-0.03	0.00585	100	100
10	4	30	10000	0.98	0.96	-0.01	0.00134	100	100
14	5	10	10000	0.94	0.94	0	0.02036	100	100
15	5	20	3000	0.96	0.94	-0.03	0.00202	100	100
17	5	20	10000	0.98	0.96	-0.03	0.00898	100	100

Setelah mendapatkan 1 model konfigurasi terbaik selanjutnya akan dilakukan pengujian terhadap susunan dataset yang terdiri dari rata-rata suhu udara mulai dari 24-32°C, rata-rata kelembapan udara 50-100%, angin monsun 130 dan 330 dimana 130 berarti monsun Australia atau musim kemarau sedangkan 330 berarti monsun Asia yang berarti sedang berlangsung musim hujan. Kemudian ada variabel rata-rata angin permukaan dari 16 arah mata angin, utara 360, utara timur laut 20, timur laut 40, timur timur laut 60, timur

90, timur tenggara 110, tenggara 130, selatan tenggara 160, selatan 180, selatan barat daya, 200, barat daya 220, barat barat daya 250, barat 270, barat barat laut 290, barat laut 310, utara barat laut 330.

Variabel selanjutnya adalah curah hujan, curah hujan disusun mulai dari 2-152mm dengan kelipatan 6. Kemudian variabel lainnya yang disusun adalah total curah hujan selama 1 minggu dari tanggal yang digunakan. Total curah hujan digunakan sebagai variabel untuk melihat kaitannya dengan tingkat kerentanan tanah, semakin banyak total curah hujan yang turun dalam waktu seminggu terakhir maka tingkat kerentanan belum stabil. Dalam dataset tabel prediksi yang disusun total curah hujan 1 minggu dimulai dari 0-200mm dengan kelipatan 8. Hal ini dilakukan agar tabel prediksi yang dihasilkan mampu merepresentasikan berbagai kondisi dimasa yang akan datang dan menjadi salah dasar bagi prakirawan BMKG dalam membuat keputusan dalam menentukan peluang banjir.

4.1.7 Tabel Prediksi Banjir

Total ada 234 tabel prediksi yang dipersiapkan untuk 1 model konfigurasi terbaik yaitu model konfigurasi 10. Indikator tabel prediksi baik adalah ketika terjadi penambahan curah hujan maka potensi kejadian banjir juga semakin besar, jika terjadi penambahan curah hujan namun potensi banjirnya menurun maka model prediksi yang digunakan perlu ditinjau kembali. Selain itu yang dapat dijadikan indikator adalah ketika rata-rata kelembapan udara meningkat maka potensi banjir akan semakin besar jika terjadi hal sebaliknya maka model konfigurasi 10 perlu ditinjau kembali.

Tabel prediksi banjir disusun dengan menggunakan berbagai kemungkinan variabel dataset untuk dapat digunakan di masa depan. Model konfigurasi 10 dijadikan model untuk melakukan pelatihan terhadap dataset yang telah disusun untuk melihat bagaimana respon model konfigurasi terbaik ini dalam proses pembuatan tabel prediksi banjir. Tabel ini dapat dijadikan rujukan bagi prakirawan BMKG yang sedang bekerja untuk dapat memberikan peringatan dini kepada masyarakat 1 hari sebelum kejadian banjir. Tabel 4.11 merupakan hasil prediksi banjir menggunakan model prediksi 20 yang telah dilakukan pembelajaran. Potensi banjir yang dihasilkan dalam satuan persen (%) dimana setiap pergantian parameter maka peluang atau potensi banjir juga akan mengalami perubahan besaran.

Tabel 4.11 Prediksi Banjir Berdasarkan Model Prediksi 20 Suhu Rata-Rata 27°C dan Rata-Rata Kelembapan 80%

Rata-Rata Suhu Udara (°C)	Rata-Rata Kelembapan (%)	Rata-Rata Angin Permukaan (°)	Musim - Angin Monsun (°)	Jumlah Curah Hujan (mm)	Total Curah Hujan 1 Minggu (mm)	Potensi Banjir	Potensi Banjir (%)
27.0	80	360	130	2	0	0.31	31
27.0	80	360	130	8	8	0.37	37
27.0	80	360	130	14	16	0.43	43
27.0	80	360	130	20	24	0.50	50
27.0	80	360	130	26	32	0.56	56
27.0	80	360	130	32	40	0.63	63
27.0	80	360	130	38	48	0.69	69
27.0	80	360	130	44	56	0.75	75
27.0	80	360	130	50	64	0.80	80
27.0	80	360	130	56	72	0.84	84
27.0	80	360	130	62	80	0.87	87
27.0	80	360	130	68	88	0.89	89
27.0	80	360	130	74	96	0.89	89
27.0	80	360	130	80	104	0.88	88
27.0	80	360	130	86	112	0.86	86
27.0	80	360	130	92	120	0.83	83
27.0	80	360	130	98	128	0.79	79
27.0	80	360	130	104	136	0.76	76
27.0	80	360	130	110	144	0.72	72
27.0	80	360	130	116	152	0.69	69
27.0	80	360	130	122	160	0.67	67
27.0	80	360	130	128	168	0.64	64
27.0	80	360	130	134	176	0.63	63
27.0	80	360	130	140	184	0.62	62
27.0	80	360	130	146	192	0.61	61
27.0	80	360	130	152	200	0.61	61
27.0	80	360	330	2	0	0.47	47
27.0	80	360	330	8	8	0.52	52
27.0	80	360	330	14	16	0.57	57
27.0	80	360	330	20	24	0.61	61
27.0	80	360	330	26	32	0.64	64
27.0	80	360	330	32	40	0.68	68
27.0	80	360	330	38	48	0.71	71
27.0	80	360	330	44	56	0.74	74
27.0	80	360	330	50	64	0.76	76
27.0	80	360	330	56	72	0.78	78
27.0	80	360	330	62	80	0.80	80
27.0	80	360	330	68	88	0.81	81
27.0	80	360	330	74	96	0.82	82
27.0	80	360	330	80	104	0.81	81
27.0	80	360	330	86	112	0.81	100
27.0	80	360	330	92	120	0.79	100
27.0	80	360	330	98	128	0.77	100
27.0	80	360	330	104	136	0.74	100
27.0	80	360	330	110	144	0.72	100
27.0	80	360	330	116	152	0.69	100
27.0	80	360	330	122	160	0.67	100
27.0	80	360	330	128	168	0.66	100
27.0	80	360	330	134	176	0.65	100
27.0	80	360	330	140	184	0.64	100
27.0	80	360	330	146	192	0.64	100
27.0	80	360	330	152	200	0.64	100
27.0	80	90	130	2	0	0.03	0
27.0	80	90	130	8	8	0.07	7
27.0	80	90	130	14	16	0.11	11
27.0	80	90	130	20	24	0.16	16
27.0	80	90	130	26	32	0.21	21
27.0	80	90	130	32	40	0.25	25
27.0	80	90	130	38	48	0.31	31
27.0	80	90	130	44	56	0.36	36
27.0	80	90	130	50	64	0.42	42
27.0	80	90	130	56	72	0.48	48
27.0	80	90	130	62	80	0.55	55
27.0	80	90	130	68	88	0.63	63
27.0	80	90	130	74	96	0.71	71
27.0	80	90	130	80	104	0.79	79
27.0	80	90	130	86	112	0.88	88
27.0	80	90	130	92	120	0.97	100
27.0	80	90	130	98	128	1.06	100
27.0	80	90	130	104	136	1.15	100
27.0	80	90	130	110	144	1.23	100
27.0	80	90	130	116	152	1.31	100
27.0	80	90	130	122	160	1.38	100
27.0	80	90	130	128	168	1.45	100
27.0	80	90	130	134	176	1.50	100

Rata-Rata Suhu Udara (°C)	Rata-Rata Kelembapan (%)	Rata-Rata Angin Permukaan (°)	Musim - Angin Monsun (°)	Jumlah Curah Hujan (mm)	Total Curah Hujan 1 Minggu (mm)	Potensi Banjir	Potensi Banjir (%)
27.0	80	90	130	140	184	1.55	100
27.0	80	90	130	146	192	1.58	100
27.0	80	90	130	152	200	1.60	100
27.0	80	90	330	2	0	-0.12	0
27.0	80	90	330	8	8	-0.02	-2
27.0	80	90	330	14	16	0.08	8
27.0	80	90	330	20	24	0.20	20
27.0	80	90	330	26	32	0.31	31
27.0	80	90	330	32	40	0.43	43
27.0	80	90	330	38	48	0.55	55
27.0	80	90	330	44	56	0.67	67
27.0	80	90	330	50	64	0.78	78
27.0	80	90	330	56	72	0.88	88
27.0	80	90	330	62	80	0.97	100
27.0	80	90	330	68	88	1.06	100
27.0	80	90	330	74	96	1.15	100
27.0	80	90	330	80	104	1.22	100
27.0	80	90	330	86	112	1.29	100
27.0	80	90	330	92	120	1.36	100
27.0	80	90	330	98	128	1.41	100
27.0	80	90	330	104	136	1.46	100
27.0	80	90	330	110	144	1.50	100
27.0	80	90	330	116	152	1.52	100
27.0	80	90	330	122	160	1.54	100
27.0	80	90	330	128	168	1.54	100
27.0	80	90	330	134	176	1.53	100
27.0	80	90	330	140	184	1.51	100
27.0	80	90	330	146	192	1.47	100
27.0	80	90	330	152	200	1.42	100
27.0	80	180	130	2	0	0.09	9
27.0	80	180	130	8	8	0.13	13
27.0	80	180	130	14	16	0.17	17
27.0	80	180	130	20	24	0.21	21
27.0	80	180	130	26	32	0.25	25
27.0	80	180	130	32	40	0.30	30
27.0	80	180	130	38	48	0.34	34
27.0	80	180	130	44	56	0.39	39
27.0	80	180	130	50	64	0.44	44
27.0	80	180	130	56	72	0.50	50
27.0	80	180	130	62	80	0.56	56
27.0	80	180	130	68	88	0.63	63
27.0	80	180	130	74	96	0.70	70
27.0	80	180	130	80	104	0.77	77
27.0	80	180	130	86	112	0.85	85
27.0	80	180	130	92	120	0.93	93
27.0	80	180	130	98	128	1.00	100
27.0	80	180	130	104	136	1.08	100
27.0	80	180	130	110	144	1.15	100
27.0	80	180	130	116	152	1.22	100
27.0	80	180	130	122	160	1.28	100
27.0	80	180	130	128	168	1.33	100
27.0	80	180	130	134	176	1.37	100
27.0	80	180	130	140	184	1.40	100
27.0	80	180	130	146	192	1.42	100
27.0	80	180	130	152	200	1.44	100
27.0	80	180	330	2	0	-0.06	0
27.0	80	180	330	8	8	0.02	0
27.0	80	180	330	14	16	0.11	11
27.0	80	180	330	20	24	0.20	20
27.0	80	180	330	26	32	0.29	29
27.0	80	180	330	32	40	0.39	39
27.0	80	180	330	38	48	0.49	49
27.0	80	180	330	44	56	0.60	60
27.0	80	180	330	50	64	0.71	71
27.0	80	180	330	56	72	0.82	82
27.0	80	180	330	62	80	0.93	100
27.0	80	180	330	68	88	1.03	100
27.0	80	180	330	74	96	1.12	100
27.0	80	180	330	80	104	1.21	100
27.0	80	180	330	86	112	1.29	100
27.0	80	180	330	92	120	1.35	100
27.0	80	180	330	98	128	1.41	100
27.0	80	180	330	104	136	1.45	100
27.0	80	180	330	110	144	1.47	100
27.0	80	180	330	116	152	1.49	100
27.0	80	180	330	122	160	1.48	100
27.0	80	180	330	128	168	1.46	100
27.0	80	180	330	134	176	1.42	100
27.0	80	180	330	140	184	1.37	100

Rata-Rata Suhu Udara (°C)	Rata-Rata Kelembapan (%)	Rata-Rata Angin Permukaan (°)	Musim - Angin Monsun (°)	Jumlah Curah Hujan (mm)	Total Curah Hujan 1 Minggu (mm)	Potensi Banjir	Potensi Banjir (%)
27.0	80	180	330	146	192	1.31	100
27.0	80	180	330	152	200	1.23	100
27.0	80	270	130	2	0	0.15	15
27.0	80	270	130	8	8	0.20	20
27.0	80	270	130	14	16	0.25	25
27.0	80	270	130	20	24	0.30	30
27.0	80	270	130	26	32	0.36	36
27.0	80	270	130	32	40	0.42	42
27.0	80	270	130	38	48	0.48	48
27.0	80	270	130	44	56	0.54	54
27.0	80	270	130	50	64	0.61	61
27.0	80	270	130	56	72	0.68	68
27.0	80	270	130	62	80	0.74	74
27.0	80	270	130	68	88	0.80	80
27.0	80	270	130	74	96	0.85	85
27.0	80	270	130	80	104	0.89	89
27.0	80	270	130	86	112	0.93	93
27.0	80	270	130	92	120	0.95	95
27.0	80	270	130	98	128	0.96	96
27.0	80	270	130	104	136	0.97	97
27.0	80	270	130	110	144	0.97	97
27.0	80	270	130	116	152	0.97	97
27.0	80	270	130	122	160	0.97	97
27.0	80	270	130	128	168	0.97	97
27.0	80	270	130	134	176	0.98	98
27.0	80	270	130	140	184	1.00	100
27.0	80	270	130	146	192	1.02	100
27.0	80	270	130	152	200	1.04	100
27.0	80	270	330	2	0	0.17	17
27.0	80	270	330	8	8	0.24	24
27.0	80	270	330	14	16	0.30	30
27.0	80	270	330	20	24	0.37	37
27.0	80	270	330	26	32	0.44	44
27.0	80	270	330	32	40	0.51	51
27.0	80	270	330	38	48	0.58	58
27.0	80	270	330	44	56	0.65	65
27.0	80	270	330	50	64	0.72	72
27.0	80	270	330	56	72	0.79	79
27.0	80	270	330	62	80	0.87	87
27.0	80	270	330	68	88	0.94	100
27.0	80	270	330	74	96	1.01	100
27.0	80	270	330	80	104	1.08	100
27.0	80	270	330	86	112	1.15	100
27.0	80	270	330	92	120	1.21	100
27.0	80	270	330	98	128	1.25	100
27.0	80	270	330	104	136	1.28	100
27.0	80	270	330	110	144	1.30	100
27.0	80	270	330	116	152	1.29	100
27.0	80	270	330	122	160	1.27	100
27.0	80	270	330	128	168	1.24	100
27.0	80	270	330	134	176	1.19	100
27.0	80	270	330	140	184	1.13	100
27.0	80	270	330	146	192	1.07	100
27.0	80	270	330	152	200	1.02	100

4.2 Pembahasan

Proses analisis diawali dengan menentukan nilai eror dari ANN backpropagasi dan juga ANN distribusi sebagai pembanding. Hal ini dilakukan untuk menguji kinerja ANN backpropagasi yang menyatakan bahwa cara kerjanya berjalan mundur untuk mengecilkan nilai eror agar akurasi meningkat. Setelah dilakukan pengujian nilai eror didapatkan bahwa ANN backpropagasi memiliki nilai eror yang jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan ANN distribusi sebagai pembanding. Bahkan nilai erornya lebih kecil 85%, dari 20 kali percobaan menggunakan model konfigurasi yang berbeda-beda.

Tidak ada nilai eror dari ANN backpropagasi yang lebih besar dibandingkan nilai eror ANN distribusi. Selisih eror paling kecil sebesar 31% dan paling besar mencapai 100%. Setelah itu analisis berikutnya adalah pembahasan terkait hasil pelatihan dan pengujian variabel dataset. Untuk pelatihan dataset semua konfigurasi model memiliki hasil korelasi diatas 0.9 dengan akurasi paling rendah 98%. Dari 20 konfigurasi model hanya 5 model konfigurasi yang memiliki akurasi diluar 100% yaitu konfigurasi model 1, 2, 3, 11, dan 13. 5 model konfigurasi ini sama-sama memiliki nilai akurasi sebesar 98%. Untuk model konfigurasi yang memperoleh nilai akurasi pelatihan 98% memiliki pengaturan layers 2 sebanyak 60% dan yang menggunakan layers 4 sebanyak 40%. Untuk pengaturan neuronya bervariasi mulai dari 20 sampai dengan 50. Sedangkan untuk epoch yang digunakan juga bervariasi mulai dari 3000 sampai dengan 1000, 60% diantaranya menggunakan epoch 5000.

Untuk pengujian dataset dari 20 model konfigurasi masih terdapat 12 model konfigurasi yang memiliki nilai korelasi 0.9 sedangkan 8 sisanya berada pada rentang 0.7-0.8. Lebih dari 50% hasil akurasi pengujian dataset memiliki skor kurang dari 100%, yaitu 90%. Lebih dari 50% hasil akurasi saat pengujian mengalami penurunan skor dibandingkan saat pelatihan. Namun dari keseluruhan skor akurasi baik saat pelatihan dan juga pengujian tidak ada yang nilainya berada dibawah 90%. Hal ini juga diikuti nilai eror saat pelatihan dimana rata-rata erornya 0.00897 dengan nilai eror paling besar 0.03586.

Di dalam matlab terdapat fitur untuk memaksimalkan pencarian hasil akurasi terbaik dari suatu konfigurasi model yang disebut hyperparameter. Untuk menguji kemampuan ANN dengan fitur hyperparameter dalam penelitian ini juga dilakukan percobaan dataset menggunakan hyperparameter dan membandingkannya dengan non hyperparameter dengan menggunakan parameter rmse, r-squared, mse, dan juga mae. Hasil yang diperoleh ternyata ANN dengan non hyperparameter masih mampu mendapatkan hasil yang lebih baik dimana nilai r-squared mencapai 0.95, nilai rmse 0.11456, nilai mse 0.013124, dan nilai mae 0.0792. Dari 9 konfigurasi model yang diujikan nilai r-squared dominan lebih besar dengan ANN non hyperparameter, sedangkan untuk parameter rmse, mse, dan mae rata-rata yang diperoleh dengan ANN hyperparameter lebih baik dimana ketiganya menunjukkan nilai yang lebih kecil atau lebih mendekati 0 dibandingkan dengan ANN non hyperparameter. Dengan nilai rata-rata nilai r-squared 0.89 untuk ANN non hyperparameter berbanding dengan 0.68 untuk

ANN hyperparameter, berarti variabel dataset yang digunakan dengan ANN non hyperparameter 89% dapat menjelaskan terhadap kejadian banjir ataupun tidak banjir sehingga pada penelitian ini tetap digunakan ANN non hyperparameter.

Selain menguji nilai eror dan juga nilai hubungan antar variabel terhadap kejadian banjir dengan menggunakan fitur hyperparameter, fitur ini juga dilakukan proses pelatihan dan pengujian untuk melakukan perbandingan nilai akurasi. Fitur ini dianggap memiliki performa yang baik dalam mencari nilai akurasi terbaik dari suatu konfigurasi model. Namun setelah melakukan percobaan terhadap 9 model konfigurasi diperoleh hasil akurasi yang lebih baik kepada model ANN yang tanpa menggunakan fitur hyperparameter. Dalam pelatihan bahkan tidak ada nilai akurasi model hyperparameter yang lebih besar dibandingkan dengan nilai akurasi model tanpa hyperparameter. Saat pengujian sedikit lebih baik dimana dari 9 kali percobaan model, 2 kali nilai akurasi pengujian dengan model hyperparameter lebih besar dibandingkan dengan model tanpa hyperparameter. Berdasarkan penelitian ini fitur hyperparameter tidak begitu saja langsung memberikan hasil yang terbaik, tanpa menggunakan fitur tersebut masih dapat menemukan hasil akurasi yang juga lebih baik.

Analisis berikutnya adalah penentuan model konfigurasi terbaik berdasarkan hasil akurasi yang diperoleh saat pelatihan dan juga pengujian. Dari 20 model konfigurasi yang sudah dijalankan terdapat 6 model konfigurasi yang memiliki hasil akurasi pelatihan dan pengujian sebesar 100%. Konfigurasi model ini adalah konfigurasi model 6, 9, 10, 14, 15, dan juga 17. Berdasarkan 6 model konfigurasi ini jumlah hidden layers yang digunakan mulai 3-5, untuk jumlah neurons yang digunakan 10, 20, 30, 50, sedangkan untuk jumlah epoch atau iterasi digunakan 3000, 5000, dan juga 10000. Korelasi pelatihan yang didapatkan paling besar 0.98 dan saat pengujian sebesar 0.96 terjadi pada konfigurasi model 10 dan 20. Nilai eror paling kecil terjadi pada konfigurasi model 10 dengan nilai 0.00134. Model konfigurasi 10 memiliki kelebihan dibandingkan 5 konfigurasi model lainnya diantaranya memiliki nilai korelasi saat pelatihan dan pengujian yang besar dan juga memiliki nilai eror yang paling kecil. Sebab inilah model konfigurasi 10 dipilih menjadi model yang terbaik untuk dijadikan model pengujian dataset yang telah disusun untuk berbagai kemungkinan dimasa depan.

Tabel prediksi banjir menggunakan model konfigurasi 10 telah berhasil dibuat. Tabel ini menggunakan rata-rata suhu udara terkini di wilayah Kota Bandar Lampung yaitu

sebesar 27°C dengan rata-rata kelembapan udara sebesar 80%. Kondisi ini dibuat untuk melihat bagaimana performa model konfigurasi 10 dalam memprediksi berbagai peluang banjir dengan susunan dataset yang telah dipersiapkan. Ketika arah angin rata-rata permukaan berasal dari utara (360) potensi banjir paling besar hanya 89% saat monsun Australia berhembus atau saat musim kemarau, namun ketika berganti menjadi monsun Asia atau musim hujan potensinya meningkat menjadi 100%. Ketika arah angin permukaan berganti menjadi utara timur laut (20) baik saat musim hujan atau musim kemarau potensi banjir paling besar adalah 100% dengan curah hujan 90mm saat musim kemarau dan 60mm saat musim hujan.

Pada saat rata-rata angin permukaan bertiup dari arah timur laut (40) potensi banjir selalu lebih besar saat musim hujan atau saat angin monsun bertiup di 330. Potensi banjir sebesar 60% pada musim kemarau terjadi ketika hujan turun 60mm sedangkan di musim hujan ketika hujan turun sebesar 38mm dengan jumlah total curah hujan 1 minggu sebelumnya 48mm berbanding dengan 80mm. Pada saat rata-rata angin permukaan bertiup dari timur (90) hujan yang turun sebesar 20mm pada musim kemarau dan musim hujan berpeluang menyebabkan banjir di wilayah Kota Bandar Lampung sebesar 16% dan 20%.

Pada saat musim kemarau atau monsun Australia berhembus di wilayah Kota Bandar Lampung dan rata-rata angin permukaan berasal dari arah tenggara (130) potensi banjir sebesar 50% berasal ketika jumlah curah hujan 62mm dengan akumulasi curah hujan 1 minggu sebesar 80mm. Sebaliknya ketika rata-rata angin permukaan dari arah tenggara (130) dan terjadi di musim hujan atau monsun Asia peluang banjir sebesar 50% terjadi ketika turun curah hujan sebesar 38mm dengan akumulasi curah hujan 1 minggu 48mm. Di dalam dataset curah hujan minimum yang menyebabkan banjir di wilayah Kota Bandar Lampung tercatat sebesar 18mm pada 15 Februari 2011. Februari berarti masih berlangsung monsun Asia atau musim hujan.

Mengacu ke dalam tabel prediksi 4.11 ketika rata-rata angin permukaan berasal dari selatan (180) dengan curah hujan 14mm dan monsun Asia aktif maka peluang banjir di wilayah Kota Bandar Lampung sebesar 11% sedangkan jika pada monsun Australia aktif potensinya sebesar 17%. Potensi banjir 100% baru akan terjadi ketika curah hujan berjumlah 98mm ketika musim kemarau dan 62mm ketika musim hujan. Ada selisih ± 30 mm antara musim hujan dan musim kemarau untuk mencapai potensi hujan 100%.

Ketika rata-rata angin permukaan berhembus dari arah barat daya (220), dengan rata-rata curah hujan yang menjadi banjir adalah sebesar 67mm. Jika diadaptasi ke dalam tabel prediksi banjir 4.11 maka ketika terjadi pada musim kemarau potensi banjirnya sebesar 69% dan pada musim hujan sebesar 100% dengan curah hujan 68mm. Selisih antara musim kemarau dan musim hujan sebesar 31% padahal dengan jumlah curah yang sama yaitu 68mm. Hal ini menggambarkan jika ANN backpropagasi mampu mempelajari dataset dengan baik sehingga mampu membedakan antara kejadian musim kemarau dan musim hujan.

Selanjutnya ketika rata-rata angin permukaan bertiup dari arah barat (270), dengan menggunakan rata-rata total curah 1 minggu yang menyebabkan banjir di wilayah Kota Bandar Lampung dalam dataset sebesar 80mm. Jika mengacu ke dalam tabel prediksi maka potensi banjir ketika musim kemarau dengan menggunakan rata-rata dari total curah hujan yang menyebabkan banjir sebesar 74% sedangkan jika terjadi pada musim hujan maka potensinya sebesar 87%. Hal ini kembali menggambarkan bahwa banjir akan selalu memiliki potensi lebih besar ketika terjadi di musim hujan dibandingkan musim kemarau meskipun dengan curah hujan yang sama ataupun dengan total curah hujan 1 minggu yang sama.

Kemudian ketika rata-rata angin permukaan berhembus dari arah barat laut (310) dengan menggunakan curah hujan minimum pada kedua musim diperoleh potensi banjir yang cukup besar, dengan curah hujan 2mm saja potensi banjir sudah mencapai 21% saat musim kemarau dan 30% saat musim hujan. Hal ini disebabkan karena rata-rata angin yang digunakan adalah mendekati monsun Asia (330) sehingga model membaca hal tersebut sebagai indikasi potensi banjir yang cukup signifikan. Jika mengacu kepada total curah 1 minggu minimum yang menyebabkan banjir di dalam dataset adalah sebesar 3mm, dalam tabel prediksi digunakan 8mm maka potensi banjirnya sebesar 26% saat musim kemarau dan 36% saat musim hujan.

Dari berbagai arah mata angin yang dilakukan analisis, potensi banjir selalu lebih besar ketika terjadi pada musim hujan dibandingkan dengan musim kemarau. Selisihnya rata-rata mencapai 10-20%. Hal ini menggambarkan bahwa model ANN backpropagasi dapat mempelajari dataset dengan sangat baik, begitu juga dengan dataset yang digunakan dapat mewakili berbagai kemungkinan yang dapat dipelajari oleh ANN backpropagasi sehingga menghasilkan tabel prediksi yang baik. Tabel prediksi ini dapat

dijadikan salah satu *tools* dalam pengambilan keputusan bagi seorang prakirawan BMKG untuk menentukan seberapa besar peluang banjir untuk di wilayah Kota Bandar Lampung sehingga diharapkan dapat mencegah terjadinya korban jiwa di masa yang akan datang.