

Simulasi Back Propagation Dalam Prediksi Data Kunjungan Kapal Dalam dan Luar Negeri Sumatera Selatan Tahun 2019 sampai 2021

Fadhila Firdausa^a, Ibrahim^a, Andi Herius^a, Hakas Prayuda^b

^a Program Studi Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya

^b Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

DOI: <https://doi.org/10.18196/bce.v2i2.15618>

Riwayat Artikel

Diserahkan
8 Agustus 2022

Direvisi
10 September 2022

Diterima
12 September 2022

*Penulis korespondensi
fadhilafirdausa@polsri.ac.id

Abstrak

Kondisi Sumatera Selatan yang memiliki Sungai Musi yang panjang dan berbatasan dengan Kepulauan Bangka Belitung membuat perjalanan lalu lintas keairan menjadi perhatian penting. Selain itu, hasil sumber daya Sumatera Selatan berupa minyak, gas alam, dan batu bara dan lain-lain menjadi pusat industri yang pemasarannya melalui jalur darat dan laut. Berdasarkan hasil ekspor impor pelabuhan Boom Baru merupakan akses ekspor impor terbesar di Sumatera Selatan. Oleh karena hal itu kunjungan keluar masuk kapal dalam dan luar negeri harus dilakukan dengan seksama dan terekam secara baik. Back Propagation merupakan simulasi buatan yang dibuat berdasarkan system kerja jaringan syaraf tiruan. Simulasi ini meniru data input yang dimasukkan sehingga menghasilkan data output yang mendekati hasil dari data input. Simulasi ini juga memiliki kecanggihannya berupa menirukan data range yang berada diantara data input. Sehingga memudahkan dalam memprediksi data yang tidak ada didalam data input. Data kunjungan kapal dalam dan luar negeri diambil dari data Badan Pusat Statistik Sumatera Selatan dari tahun 2019 sampai 2021. Hasil simulasi Back Propagation untuk data kunjungan dalam negeri yang menghasilkan error terkecil 0,92% dengan trial epoch sebanyak 175.693 dan mengalami error data di 53%. untuk data kunjungan luar negeri yang menghasilkan error terkecil 1,44% dengan trial epoch sebanyak 189.367 dan mengalami error data di 73%. Dapat disimpulkan bahwa simulasi Back Propagation mampu memprediksi data kunjungan kapal dalam dan luar negeri.

Kata-kata kunci: Data Kunjungan Kapal Dalam Negeri, Data Kunjungan Kapal Luar Negeri, Simulasi Back Propagation.

Abstract

The condition of South Sumatra which has a long Musi River and borders. The Bangka Belitung Islands make water traffic travel an important concern. In addition, the results of South Sumatra's resources in the form of oil, natural gas, and coal and others become an industrial center whose marketing is by land and sea. Based on the export-import results, Boom Baru port is the largest import-export access in South Sumatra. Therefore, visits in and out of domestic and foreign ships must be carried out carefully and recorded properly. Back Propagation is an artificial simulation based on an artificial neural network working system. This simulation imitates the input data entered so as to produce output data that is close to the results of the input data. This simulation also has the sophistication of imitating the data range that is between the input data. This makes it easier to predict data that is not in the input data. Data for domestic and foreign ship visits was taken from data from the Central Statistics Agency for South Sumatra from 2019 to 2021. The Back Propagation simulation results for domestic visit data produced the smallest error of 0.92% with trial epochs of 175,693 and experienced data errors of 53%. for data on overseas visits which resulted in the smallest error of 1.44% with trial epochs of 189,367 and experiencing data errors of 73%. It can be concluded that the Back Propagation simulation is able to predict data on domestic and foreign ship visits.

Keywords: Domestic Ship Visit Data, Foreign Ship Visit Data, Back Propagation Simulation

© 2022 Bulletin of Civil Engineering UMY

1 PENDAHULUAN

Dalam batas geografis Sumatera Selatan memiliki Sungai Musi yang merupakan sungai terpanjang di Pulau Sumatera dan berbatasan langsung dengan Kepulauan

Bangka Belitung. Dari batas geografis ini pergerakan lalu lintas keairan menjadi sering terjadi. Selain itu hasil bumi sumber daya Sumatera Selatan berupa minyak, gas bumi, dan batu bara menjadi salah satu penyebab pergerakan

lalu lintas kapal menjadi pergerakan utama selain dari pergerakan jumlah penumpang yang menggunakan kapal.

Berdasarkan hasil pencatatan Badan Pusat Statistik (2022), hasil volume bongkar muat ekspor impor pelabuhan Boom Baru merupakan data terbanyak melakukan kegiatan bongkar muat. Hal ini menunjukkan bahwa tingginya kunjungan kapal baik dalam dan luar negeri yang memasuki dan keluar dari Sumatera Selatan sehingga pentingnya pencatatan data kunjungan harus tercatat dan terekam dengan baik.

Back Propagation merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam memprediksi suatu data. Simulasi Back Propagation melakukan simulasi dengan menirukan jaringan syaraf tiruan yang diinputkan. Semakin banyak data input yang dimasukkan maka akan semakin mendekati data output yang dihasilkan. Simulasi ini sendiri sering digunakan dalam pemrograman untuk memprediksi data. Oleh karena itu pada penelitian ini akan menggunakan simulasi Back Propagation untuk menganalisis apakah simulasi ini dapat menganalisis data kunjungan dalam dan luar negeri.

Beberapa penelitian terkait yang telah dilakukan untuk menunjang penelitian ini adalah sebagai berikut. Prediksi dan analisis jumlah penumpang kereta api Jabodetabek tahun 2014-2018 dengan metode artificial neural network (Firdausa, 2019) penelitian ini membahas mengenai prediksi jumlah penumpang kereta api tahun 2018 sampai 2014 dengan metode artificial neural network didapatkan hasil error terbesar 23,7% dan error terkecil 0,49% dan menggunakan trial epoch 10000. Pramita & Danandjojo (2014) melakukan penelitian mengenai evaluasi efektivitas pelayanan angkutan laut perintis di Pulau Sumatera (Studi Kasus: Rute R-01) tahun 2014. Dari hasil penelitian didapatkan hasil bahwa beberapa aspek pelayanan angkutan laut perintis yang masih dinilai belum bagus adalah rute atau jarak tempuh kapal perintis, frekuensi kunjungan kapal, serta lama satu round voyage kapal perintis. Simulasi curah hujan bulanan Kota Palembang dengan jaringan syaraf tiruan juga telah dilakukan oleh Firdausa (2020). Penelitian ini memprediksi data curah hujan bulanan Kota Palembang dari tahun 2016 hingga 2018. Dari hasil training didapatkan bahwa hasil error terkecil sebesar 1,84% dan berhenti pada trial epoch 25000.

Siang (2004) dalam bukunya jaringan syaraf tiruan menulis beberapa aplikasi Artificial Neural Network (ANN) adalah sebagai berikut:

- Pengenalan Pola, Artificial Neural Network dapat dipakai untuk mengenali pola (misal huruf, angka, suara, atau tanda tangan) yang sudah sedikit berubah.
- Signal Processing, Artificial Neural Network dapat dipakai untuk menekan noise dalam saluran telepon.
- Peramalan, Artificial Neural Network juga dapat dipakai untuk meramalkan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang berdasarkan pola kejadian yang ada di masa lampau. Ini dapat dilakukan mengingat kemampuan Artificial Neural Network untuk mengingat dan membuat generalisasi dari apa yang sudah ada sebelumnya.

Disamping area-area tersebut, Artificial Neural Network juga dilaporkan dapat menyelesaikan masalah

dalam bidang teknik sipil. Beberapa simulasi back propagation dibidang teknik sipil telah ditemukan, diantaranya untuk bidang material konstruksi (Lyu, dkk., 2022; Chen, dkk., 2020; Kang, dkk., 2017), untuk bidang lalu lintas pelabuhan (Limcauco, dkk., 2021; Nowy, dkk., 2021), serta untuk bidang hidrologi (Ju, dkk., 2009; Ghose & Samantaray, 2018; Chen, dkk., 2010; Li, dkk., 2014). Meskipun banyak aplikasi menjanjikan yang dapat dilakukan oleh Artificial Neural Network, namun jaringan syaraf tiruan juga memiliki beberapa keterbatasan umum yaitu ketidakakuratan hasil yang diperoleh. Oleh sebab itu, pada penelitian ini melakukan simulasi back propagation untuk memprediksi data kunjungan kapal dalam dan luar negeri di Sumatera Selatan dari tahun 2019 hingga 2021.

2 METODE PENELITIAN

2.1 Data Impor dan Ekspor di Sumatera Selatan

Sebelum melakukan analisis, tentunya perlu dilakukan studi pendahuluan untuk mengetahui volume pekerjaan angkut dan muat kapal di berbagai Pelabuhan di Sumatera Selatan. Tabel 1 nampilkan volume export pada Pelabuhan di Sumatera selatan sedangkan Tabel 2 menampilkan hasil volume impor di berbagai Pelabuhan di Sumatera selatan. Data yang diambil merupakan data dari tahun 2019 hingga tahun 2021.

Tabel 1 Volume ekspor Sumatera Selatan

Pelabuhan Muat	Volume Ekspor menurut Pelabuhan Muat (Ton)		
	2019	2020	2021
Palembang - Kertapati	805.310.218	1.115.642.957	705.943.943
Palembang - Plaju	714.166.646	669.511.679	235.180.263
SM.			
Badaruddin	35.852	3.962	-
Musi River / Boom Baru	20.506.087.284	18.093.392.080	26.432.465.476
Jumlah/Total	22.025.600.001	19.878.550.678	27.373.589.682

Tabel 2 Volume Impor Sumatera Selatan

Pelabuhan Bongkar	Volume Impor menurut Pelabuhan Muat (Ton)		
	2019	2020	2021
Palembang- Kertapati	-	-	-
Air Sugihan	-	-	2.243.791
Sungai Gerong	-	-	-
Palembang-Plaju	1.004.207	437.008	28.384.345
SM Badaruddin II	305.301	44.186	142.933
Musi River / Boom Baru	1.060.694.256	1.201.305.502	1.124.685.994
Jumlah	1.062.003.764	1.201.786.696	1.155.457.063

2.2 Data Input untuk Pemodelan

Data kunjungan kapal dalam dan luar negeri diperoleh dari Badan Pusat Statistik (2022) disajikan dalam Tabel 3 yang merupakan data kunjungan kapal dari dalam negeri dan juga Tabel 4 yang menampilkan data kunjungan kapal dari luar negeri. Data ini digunakan sebagai input pemodelan back propagation dari tahun 2019 hingga tahun 2021. Dari hasil data ini terlihat bahwa

kunjungan kapal dari dalam negeri berkisar antara 200 sampai 500 kali perbulannya sedangkan dari data kunjungan kapan luar negeri terlihat data yang dihasilkan berkisar dibawah 100 kapal perbulannya.

Tabel 3 Data Kunjungan Kapal Dalam Negeri

Bulan	2021	2020	2019
Januari	421	322	230
Februari	368	395	303
Maret	472	333	289
April	451	274	294
Mei	394	266	294
Juni	472	489	262
Juli	432	380	298
Agustus	571	369	506
September	487	374	657
Oktober	503	373	438
November	488	374	286
Desember	469	518	511

Tabel 4 Data Kunjungan Kapal Luar Negeri

Bulan	2021	2020	2019
Januari	47	48	30
Februari	57	75	31
Maret	71	65	26
April	50	46	26
Mei	43	36	32
Juni	50	71	28
Juli	49	53	29
Agustus	62	51	79
September	53	55	82
Oktober	48	50	76
November	57	53	64
Desember	51	69	86

2.3 Metode Analisis

Metode penelitian yang digunakan menggunakan metode Back Propagation simulasi dilaksanakan dengan metode trial epoch sampai hasil mendekati nilai output yang dihasilkan. Dalam satu kali trial dibutuhkan waktu sekitar 8 sampai 10 menit. Jika trial gagal dan hasil tidak mendekati nilai input maka trial dilakukan ulang sampai hasil mendekati nilai input. Berikut data input yang digunakan untuk data kunjungan kapal dalam negeri.

1	2019	230
1	2020	322
1	2021	421
3	2019	289
3	2020	333
3	2021	472
5	2019	294
5	2020	266
5	2021	394
7	2019	298
7	2020	380
7	2021	432
8	2019	506
8	2020	369
8	2021	571
10	2019	438
10	2020	373
10	2021	503
12	2019	511
12	2020	518
12	2021	469

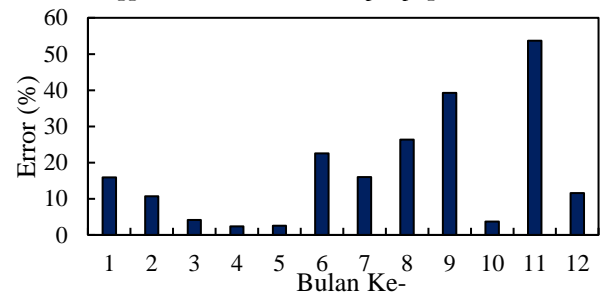
Berikut data input yang digunakan untuk data kunjungan kapal luar negeri.

% Data input & target

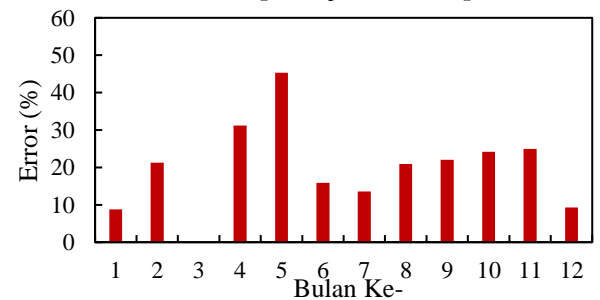
Data = [...
1 2019 30
1 2020 48
1 2021 47
3 2019 26
3 2020 65
3 2021 71
5 2019 32
5 2020 36
5 2021 43
7 2019 29
7 2020 53
7 2021 49
8 2019 79
8 2020 51
8 2021 62
10 2019 76
10 2020 50
10 2021 48
12 2019 86
12 2020 69
12 2021 51

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

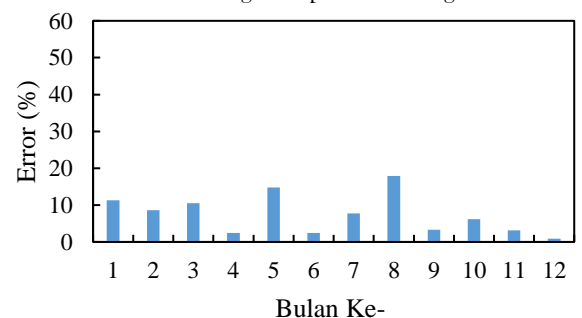
Hasil dari simulasi untuk data kunjungan kapal dalam negeri dilaksanakan sebanyak 175.693 trial epoch. Gambar 1 sampai Gambar 4 dan Tabel 6 menampilkan hasil olahan dan persen error untuk data olahan hasil ANN menggunakan metode back propagation.



Gambar 1. Persentase error hasil analisis untuk tahun 2019 kedatangan kapal dalam negeri



Gambar 2. Persentase error hasil analisis untuk tahun 2020 kedatangan kapal dalam negeri



Gambar 3. Persentase error hasil analisis untuk tahun 2021 kedatangan kapal dalam negeri

V [1,1]	-0,525849436	BOBOT INPUT					
V [1,2]	0,513328443	BOBOT INPUT					
V [2,1]	2,724843778	BOBOT INPUT					
V [2,2]	1,802878062	BOBOT INPUT					
b [1,1]	-5454,764041	BOBOT BIAS INPUT					
b [1,2]	-3644,010622	BOBOT BIAS INPUT					
W [1,1]	130,4948531	BOBOT LAPISAN					
W [1,2]	213,7016228	BOBOT LAPISAN					
b [2,1]	129,7638492	BOBOT BIAS LAPISAN					
Zinj1 =	-0,525849436	x1	+	2,7248438	x2	+	-5454,764
Zinj2 =	5,13E-01	x1	+	1,8028781	x2	+	-3644,0106
Z1 =	1/(1+exp ^{-Zinj1})						
Z2 =	1/(1+exp ^{-Zinj2})						
Y =	129,7638492	+	Z1	130,49485	+	Z2	213,70162

Gambar 4. Hasil Olahan dari ANN untuk kedatangan kapal dalam negeri

Tabel 6. Hasil Olahan ANN untuk kedatangan kapal dalam negeri

x1 (bulan)	x2(tahun)	Zinj1	Zinj2	Z1	Z2	Y (ANN)	y (data)	Eror
1	2019	46,17	-3,49	1,00	0,03	266,61	230	15,92
2	2019	45,64	-2,97	1,00	0,05	270,66	303	10,67
3	2019	45,12	-2,46	1,00	0,08	277,08	289	4,12
4	2019	44,59	-1,95	1,00	0,12	286,96	294	2,40
5	2019	44,07	-1,43	1,00	0,19	301,42	294	2,52
6	2019	43,54	-0,92	1,00	0,28	321,16	262	22,58
7	2019	43,01	-0,41	1,00	0,40	345,69	298	16,00
8	2019	42,49	0,11	1,00	0,53	372,81	506	26,32
9	2019	41,96	0,62	1,00	0,65	399,22	657	39,24
10	2019	41,44	1,13	1,00	0,76	421,92	438	3,67
11	2019	40,91	1,65	1,00	0,84	439,44	286	53,65
12	2019	40,39	2,16	1,00	0,90	451,87	511	11,57
1	2020	48,89	-1,68	1,00	0,16	293,73	322	8,78
2	2020	48,37	-1,17	1,00	0,24	310,86	395	21,30
3	2020	47,84	-0,66	1,00	0,34	333,22	333	0,07
4	2020	47,32	-0,14	1,00	0,46	359,45	274	31,19
5	2020	46,79	0,37	1,00	0,59	386,64	266	45,35
6	2020	46,27	0,88	1,00	0,71	411,44	489	15,86
7	2020	45,74	1,40	1,00	0,80	431,56	380	13,57
8	2020	45,21	1,91	1,00	0,87	446,39	369	20,97
9	2020	44,69	2,42	1,00	0,92	456,56	374	22,07
10	2020	44,16	2,94	1,00	0,95	463,19	373	24,18
11	2020	43,64	3,45	1,00	0,97	467,38	374	24,97
12	2020	43,11	3,96	1,00	0,98	469,97	518	9,27
1	2021	51,62	0,12	1,00	0,53	373,47	421	11,29
2	2021	51,09	0,63	1,00	0,65	399,82	368	8,65
3	2021	50,57	1,15	1,00	0,76	422,41	472	10,51
4	2021	50,04	1,66	1,00	0,84	439,80	451	2,48
5	2021	49,52	2,17	1,00	0,90	452,11	394	14,75
6	2021	48,99	2,69	1,00	0,94	460,32	472	2,47
7	2021	48,46	3,20	1,00	0,96	465,58	432	7,77
8	2021	47,94	3,71	1,00	0,98	468,87	571	17,89
9	2021	47,41	4,23	1,00	0,99	470,88	487	3,31
10	2021	46,89	4,74	1,00	0,99	472,11	503	6,14
11	2021	46,36	5,25	1,00	0,99	472,85	488	3,10
12	2021	45,84	5,77	1,00	1,00	473,29	469	0,92

Sedangkan hasil dari simulasi untuk data kunjungan kapal luar negeri dilaksanakan sebanyak 189.367 trial epoch. Gambar 5 sampai Gambar 8 dan Tabel 7 menampilkan hasil olahan dan persen error untuk data

olahan hasil ANN menggunakan metode back propagation. Pada Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8 menampilkan persentase error yang diperoleh dari hasil simulasi back propagation.

Trial Epoch 189.367

Hasil Olah ANN

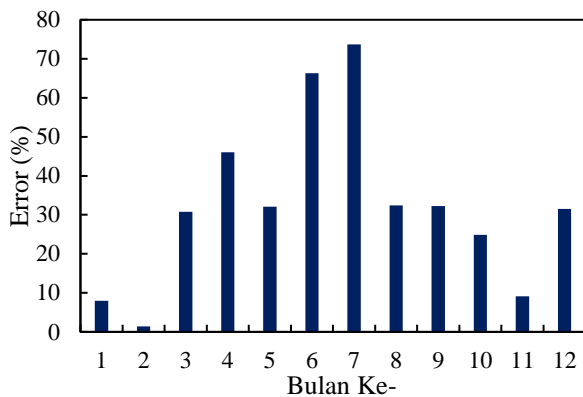
V [1,1]	0,326384907	BOBOT INPUT
V [1,2]	-0,65048591	BOBOT INPUT
V [2,1]	0,726237213	BOBOT INPUT
V [2,2]	-3,42756837	BOBOT INPUT
b [1,1]	-1467,24968	BOBOT BIAS INPUT
b [1,2]	6923,847372	BOBOT BIAS INPUT
W [1,1]	31,16242009	BOBOT LAPISAN
W [1,2]	-13,2190673	BOBOT LAPISAN
b [2,1]	29,47455403	BOBOT BIAS LAPISAN
Zinj1 =	0,326384907	x1 + 0,726237 x2 + -1467,25
Zinj2 =	-6,50E-01	x1 + -3,42757 x2 + 6923,847
Z1 =	1/(1+exp^(-Zinj1))	
Z2 =	1/(1+exp^(-Zinj2))	
Y =	29,47455403	+ Z1 31,16242 + Z2 -13,21907

Gambar 5. Hasil Olahan dari ANN untuk kedatangan kapal dari luar negeri

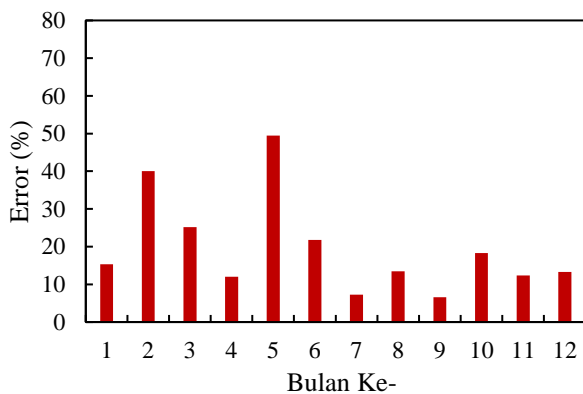
Tabel 6. Hasil Olahan ANN untuk kedatangan kapal dari luar negeri

x1 (bulan)	x2(tahun)	Zinj1	Zinj2	Z1	Z2	Y (ANN)	y (data)	Eror
1	2019	-0,65	2,94	0,34	0,95	27,61	30	7,98
2	2019	-0,32	2,29	0,42	0,91	30,55	31	1,44
3	2019	0,00	1,64	0,50	0,84	34,01	26	30,81
4	2019	0,33	0,98	0,58	0,73	37,97	26	46,04
5	2019	0,66	0,33	0,66	0,58	42,28	32	32,13
6	2019	0,98	-0,32	0,73	0,42	46,57	28	66,32
7	2019	1,31	-0,97	0,79	0,28	50,36	29	73,66
8	2019	1,63	-1,62	0,84	0,17	53,36	79	32,45
9	2019	1,96	-2,27	0,88	0,09	55,55	82	32,25
10	2019	2,29	-2,92	0,91	0,05	57,09	76	24,89
11	2019	2,61	-3,57	0,93	0,03	58,15	64	9,15
12	2019	2,94	-4,22	0,95	0,01	58,88	86	31,53
1	2020	0,08	-0,49	0,52	0,38	40,63	48	15,36
2	2020	0,40	-1,14	0,60	0,24	44,95	75	40,07
3	2020	0,73	-1,79	0,67	0,14	48,61	65	25,22
4	2020	1,06	-2,44	0,74	0,08	51,53	46	12,03
5	2020	1,38	-3,09	0,80	0,04	53,81	36	49,46
6	2020	1,71	-3,74	0,85	0,02	55,55	71	21,76
7	2020	2,03	-4,39	0,88	0,01	56,87	53	7,30
8	2020	2,36	-5,04	0,91	0,01	57,87	51	13,46
9	2020	2,69	-5,70	0,94	0,00	58,61	55	6,56
10	2020	3,01	-6,35	0,95	0,00	59,15	50	18,31
11	2020	3,34	-7,00	0,97	0,00	59,56	53	12,37
12	2020	3,67	-7,65	0,98	0,00	59,85	69	13,26
1	2021	0,80	-3,92	0,69	0,02	50,73	47	7,94
2	2021	1,13	-4,57	0,76	0,01	52,88	57	7,22
3	2021	1,45	-5,22	0,81	0,01	54,67	71	23,00
4	2021	1,78	-5,87	0,86	0,00	56,11	50	12,22
5	2021	2,11	-6,52	0,89	0,00	57,24	43	33,12
6	2021	2,43	-7,17	0,92	0,00	58,11	50	16,23
7	2021	2,76	-7,82	0,94	0,00	58,78	49	19,95
8	2021	3,09	-8,47	0,96	0,00	59,27	62	4,40

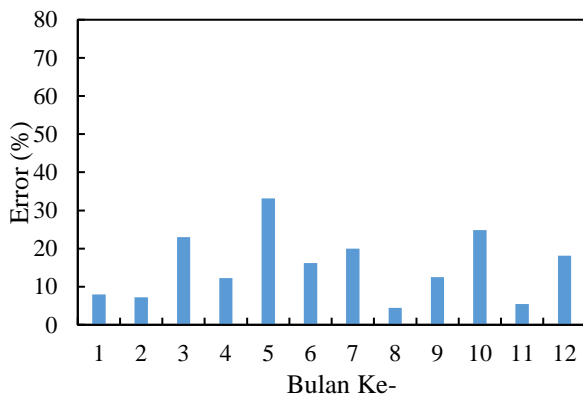
9	2021	3,41	-9,12	0,97	0,00	59,64	53	12,53
10	2021	3,74	-9,77	0,98	0,00	59,91	48	24,82
11	2021	4,07	-10,42	0,98	0,00	60,11	57	5,46
12	2021	4,39	-11,07	0,99	0,00	60,26	51	18,15



Gambar 6. Persentase error hasil analisis untuk tahun 2019 kedatangan kapal dari luar negeri



Gambar 7. Persentase error hasil analisis untuk tahun 2020 kedatangan kapal dari luar negeri



Gambar 8. Persentase error hasil analisis untuk tahun 2021 kedatangan kapal dari luar negeri

4 KESIMPULAN

Kesimpulan menggambarkan jawaban dari hipotesis dan tujuan atau temuan yang dihasilkan dari penelitian. Kesimpulan bisa berisi keterbatasan penelitian atau rekomendasi untuk penelitian atau kajian-kajian selanjutnya.

Dari hasil training yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan dari data input data kunjungan kapal dalam dan luar negeri masing-masing yang dimasukkan sebanyak 15 data input mampu menghasilkan output sebanyak 36 data output. Selain itu simulasi Back

Propagation untuk data kunjungan dalam negeri yang menghasilkan error terkecil 0,92% dengan trial epoch sebanyak 175.693 dan mengalami error data di 53%. untuk data kunjungan luar negeri yang menghasilkan error terkecil 1,44% dengan trial epoch sebanyak 189.367 dan mengalami error data di 73%. Sehingga dapat ditarik kesimpulan Back Propagation mampu memprediksi data kunjungan kapal dalam dan luar negeri Sumatera Selatan tahun 2019 sampai 2021.

5 UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS)., 2022, Data Export dan Import dan Kunjungan Kapal di Provinsi Sumatera Selatan. <https://sumsel.bps.go.id/>.
- Chen, C. S., Chen, B. P., Chou, F. N., & Yang, C. C., 2010, Development and application of a decision group Back-Propagation Neural Network for flood forecasting, *Journal of Hydrology*, 385(1-4), 173-182.
- Chen, S., Zhao, Y., & Bie, Y., 2020, The prediction analysis of properties of recycled aggregate permeable concrete based on back-propagation neural network, *Journal of Cleaner Production*, 276, 1-13.
- Firdausa, F., 2019. Prediksi dan Analisis Jumlah Penumpang Kereta Api Jabodetabek Tahun 2014-2018 dengan Metode Artificial Neural Network Jurnal. *Forum Profesional Teknik Sipil*, Jurusan Teknik Sipil, 7(1), 22-32.
- Firdausa, F., 2020, Simulasi Curah Hujan Bulanan Kota Palembang Dengan Jaringan Syaraf Tiruan, *Paduraksa: Jurnal Teknik Sipil*, 9(2), 143-150.
- Ghose, G. K., & Samantaray, S., 2018, Modelling sediment concentration using back propagation neural network and regression coupled with genetic algorithm, *Procedia Computer Science*, 125, 85-92.
- Ju, Q., Yu, Z., Hao, Z., Ou, G., Zhao, J., Liu, D., 2009, Division-based rainfall-runoff simulations with BP neural networks and Xinanjiang model, *Neurocomputing*, 72(13-15), 2873-2883,
- Kang, F., Liu, J., Li, J., & Li, S., 2017, Concrete Dam Deformation Prediction Model for Health monitoring Based on Extreme Learning Machine, *Structural Control and Health Monitoring*, 24(10), 1-11.
- Li, C., Tang, H., Ge, Y., Hu, X., & Wang, L., 2014, Application of back-propagation neural network on bank destruction forecasting for accumulative landslides in the three Gorges Reservoir Region, China, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 28, 1465-1477.
- Limcauco, J. A. V., Prasetyo, Y. T., & Nadlifatin, R., 2021, Back Propagation Neural Network with Feature Sensitivity Analysis in Railways: Short Term

- Prediction of Passenger Flow using Time, Environmental and Operational Factors, *ICIBE 2021: The 2021 7th International Conference on Industrial and Business Engineering*, 371-378.
- Lyu. Z., Yu, Y., Samali, B., Rashidi, M., Mohammadi, M., Nguyen, T. N., & Nguyen, A., 2022, Back-Propagation Neural Network Optimized by K-Fold Cross-Validation for Prediction of Torsional Strength of Reinforced Concrete Beam, *Materials*, 15(4), 1-21.
- Nowy, A., Lazuga, K., Gucma, L., Androjna, A., Perkovic, M., & Srse, J., 2021, Modeling of Vessel Traffic Flow for Waterway Design-Port of Świnoujście Case Study, *Applied Science*, 11(17), 1-15.
- Pramita, D. R., & Danandjojo, I., 2014, Evaluasi Efektivitas Pelayanan Angkutan Laut Perintis di Pulau Sumatera (Studi Kasus: Rute R-01), *Jurnal Penelitian Transportasi Laut*, 16(1), 34-38.
- Siang, J. J., 2004, *Jaringan Saraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan MATLAB*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.