IMPLEMENTASI JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK PRAKIRAAN HUJAN BULANAN DI KALIMANTAN SELATAN

Nur Arminarahmah[1)] dan Miftahul Munir[2)]
[1)]Fakultas Teknologi Informasi, UNISKA MAAB Banjarmasin
Jl.Adhyaksa Kel.Sungai Miai Kec.Banjarmasin Utara Kota Banjarmasin 70123
[2)]Stasiun Klimatologi Banjarbaru
Jl. Trikora No.1 Banjarbaru
e-mail: nur.armina@gmail.com[1)], miftahul.munir@bmkg.go.id[2)]

ABSTRAK

Prakiraan hujan bulanan bisa digunakan untuk antisipasi banjir dan manajemen sumber daya air, keselamatan jiwa dan harta benda, serta keberlangsungan aktivitas ekonomi. Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan sebagai bagian dari Machine Learning adalah teknik yang sering digunakan selain numerical weather prediction dan metode statistik. Menggunakan perubah data bulan dan data empirical orthogonal function anomali suhu muka laut bulanan pada 12 lokasi menghasilkan nilai korelasi yang baik saat pembuatan model, tetapi hasil verifikasi menunjukkan akurasi yang baik didapatkan saat periode musim kemarau dan skill terjelek saat peralihan musim kemarau ke musim hujan.

***Kata Kunci**: JST, Prakiraan Hujan Bulanan, EOF.*

ABSTRACT

Monthly rainfall forecasting can be used to anticipate flooding and management of water resources, life and property safety, and the sustainability of economic activities. The use of Artificial Neural Networks as part of Machine Learning is a technique that is often used in addition to numerical weather prediction and statistical methods. Using variable of month and monthly Empirical Orthogonal Functions of sea surface anomaly at 12 locations yielded a good correlation value when making the model, but the verification results showed good accuracy obtained during the dry season and the worst skills during transition from dry season to rainy season.

***Keywords**: ANN, Monthly rainfall forecast, EOF.*

I. PENDAHULUAN

PRAKIRAAN hujan bulanan merupakan hal yang sangat penting dalam antisipasi banjir dan manajemen sumber daya air, keselamatan jiwa dan harta benda, serta keberlangsungan aktivitas ekonomi [1] . Beberapa model prakiraan hujan yang bisa digunakan adalah *numerical weather prediction* (NWP), metode statistik, dan teknik *machine learning* (ML) [1] , sementara teknik *machine learning* berupa jaringan syarap tiruan (JST), k-nearest neighbor, support vector machine, dan model random forest, sangat cocok digunakan untuk prakiraan hujan karena proses fisika yang mempengaruhi hujan sangat kompleks dan tidak bersifat linier. [2]

Penggunaan JST dalam prakiraan hujan bulanan telah dilakukan untuk memprediksi hujan bulanan di basin sungai Geum, Korea dengan variable bersifat lag seperti indeks *East Atlantic Pattern* (EA), *North Atlantic Oscillation* (NAO), *Pacific Decadal Oscillation* (PDO), *East Pacific/North Pacific Oscillation* (EP/NP), dan *Tropical Northern Atlantic Index* (TNA) dengan hitskor mencapai 60% [1] , memprediksi hujan pada dua stasiun meteorologi di Ceko menggunakan variable hujan bulan sebelumnya dan hujan bulan yang sama pada dua tahun sebelumnya [3] , hujan bulanan pada negara bagian Kerala , India menggunakan data historis 4 Tahun dan 3 Bulan yang lalu [4], hujan bulanan di kota Teheran, Iran menggunakan JST dengan variable 53 tahun data historis hujan bulanan menggunakan genetic algorithm [5], hujan dan suhu bulanan di Turki dengan variable memanfaatkan lintang, bujur, ketinggian, bulan, data hujan bulanan, dan suhu bulanan pada 59 stasiun. [6].

Penelitian ini menggunakan perubah data bulan dan data EOF (*Empirical Orthogonal Functions*) anomali suhu muka laut bulanan dari 12 lokasi periode 1949 sampai dengan 2017 bersumber dari *Bureau of Meteorology National Climate Centre*. Hasil model yang dibentuk berupa prakiraan hujan bulanan satu bulan berikutnya (b+1), dua bulan berikutnya (b+2), dan tiga bulan berikutnya (b+3) menggunakan perubah data nilai bulan dan data EOF anomali suhu muka laut 12 lokasi *lag* 1 (satu) bulan sebelumnya (b-1).

II. DATA

A. *Perubah Curah Hujan Bulanan dan Bulan*

Data total 60 Pos Hujan digunakan untuk pembentukan data latih dan data uji dengan panjang data minimal 10 tahun dan maksimal 40 tahun. Data hujan bulanan bersumber dari Stasiun Klimatologi Banjarbaru.

B. *EOF*

Analisis EOF adalah metode paling ekstensif yang digunakan pada geosains [7], [8]. Lebih lanjut analisis EOF digunakan untuk mempelajari kemungkinan variabilitas pola iklim dan bagaimana perubahannya terhadap waktu hingga beberapa pencapaiannya adalah ditemukannya beberapa osilasi dalam iklim seperti *Pacific Decadal Oscillation* dan *the Arctic Oscillation* [9] . Analisis EOF dari proses fisis antara ruang dan waktu mampu merepresentasikan pola orthogonal ruang dimana kontraksi varian data terjadi, pola pertama menjadi penyebab varian terbesar, pola kedua menjadi penyebab varian terbesar selanjutnya, dan seterusnya. [9].

Data EOF anomali suhu muka laut bulanan pada 12 lokasi yang digunakan untuk membangun model prakiraan berbasis JST ini bersumber dari *Bureau of Meteorology National Climate Centre* dengan periode waktu dari tahun 1949 sampai dengan 2018.

III. METODE PENELITIAN

A. *JST*

JST adalah model matematis yang dikendalikan oleh data dan dibangun untuk meniru secara terbatas struktur jaringan syaraf otak manusia dan secara luas telah digunakan untuk memecahkan beragam masalah seperti prakiraan dan diskriminasi data [1]. JST berbasis konsep perseptron sebagai kombinasi dari neuron dan *recognition* (pengenalan) yang terdiri dari sebuah lapisan masukan, dan sebuah lapisan keluaran, dimana tiap layer memiliki node untuk operasi data (menirukan kerja sel otak). Dengan menambahkan lapisan tersembunyi dan beberapa node diantara lapisan masukan dan lapisan keluaran, jaringan terkembang menjadi multi lapisan perceptron[1].

B. *Matlab Toolbox*

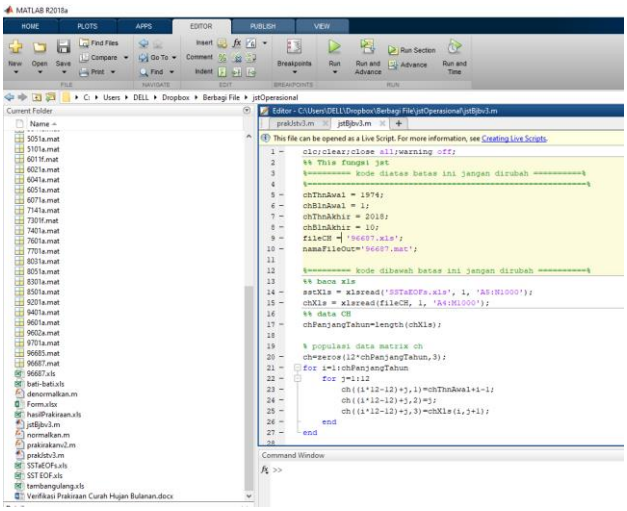
Matlab Toolbox adalah *Neural Network Toolbox*™ yang menyediakan algoritma, model pralatihan, dan aplikasi untuk membuat, melatih, memvisualisasikan, dan menyimulasikan jaringan syaraf dangkal dan dalam. Toolbox ini bisa digunakan untuk melakukan klasifikasi, regresi, clustering, pengurangan dimensi, prakiraan berbasis *time-series* , dan modeling serta control model dinamis [10]

C. *Pengembangan aplikasi*

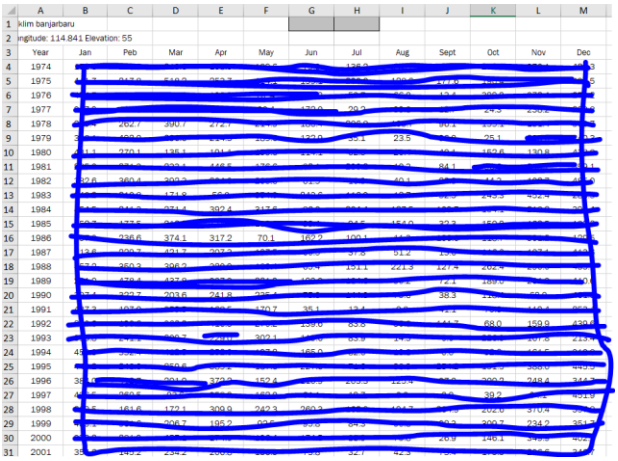
Data EOF dalam bentuk file txt yang didapatkan dari *Bureau of Meteorology National Climate Centre* dirubah format menjadi file csv untuk pengolahan lebih lanjut seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	SSTa	EO	F File											
2	This	fi	le cont	ains EO	Fs (Emp	irical	Orthogo	nal Fun	ctions)	of sea	surfac	e tempe	rature	anomaly
3	Sour	ce:	Bureau	of Met	eorolog	y Natio	nal Cli	mate Ce	ntre -	updates	availa	ble at	http://	www.bom.go
4	Year	MM	EOF1	EOF2	EOF3	EOF4	EOF5	EOF6	EOF7	EOF8	EOF9	EOF10	EOF11	EOF12
5	1949	1	-0.504	0.145	-1.358	0.591	2.032	0.279	1.541	-1.121	-1.336	0.773	-0.549	0.605
6	1949	2	0.503	-0.004	-1.29	0.655	2.309	-0.101	1.707	-1.418	-0.579	0.792	-0.601	0.776
7	1949	3	-0.496	0.071	-1.207	0.755	0.999	-0.569	1.456	0.371	-0.708	0.939	-0.288	1.347
8	1949	4	0.08	0.42	-1.945	1.657	1.712	-0.254	0.769	0.521	-1.483	0.53	0.142	0.891
9	1949	5	0.079	-0.426	-1.319	1.612	0.678	-0.076	0.569	0.329	-1.074	0.362	-1.556	0.876
10	1949	6	-0.916	0.39	-0.998	0.957	-0.102	0.271	-0.043	-0.046	-1.958	0.308	-0.923	1.423
11	1949	7	-0.536	0.305	-0.259	-0.736	1.062	0.1	0.252	-0.369	-0.628	-0.441	-1.574	0.517
12	1949	8	-0.83	0.295	0.135	-1.219	1.152	0.92	-0.506	-1.075	-1.426	-0.776	-0.298	1.087
13	1949	9	-0.897	0.391	-1.675	-0.815	1.076	0.6	-0.458	-0.419	0.42	-0.603	-1.01	0.535
14	1949	10	-0.978	0.066	-1.217	0.024	1.527	-0.158	-0.15	-0.378	0.284	-0.322	-1.171	0.162
15	1949	11	-1.577	0.846	-1.623	0.769	0.083	-0.576	-0.799	-0.313	-0.108	-0.174	-1.542	0.34
16	1949	12	-1.635	0.847	-1.151	1.182	0.39	0.103	-1.051	-0.533	-0.867	0.676	-0.861	0.255
17	1950	1	-1.603	0.857	-1.007	0.418	1.128	-0.31	0.129	-0.402	-0.69	0.377	-1.521	-0.256
18	1950	2	-2.125	0.753	-0.822	-0.406	1.577	-0.763	-0.122	-0.427	-0.964	0.499	-0.46	-0.712
19	1950	3	-1.392	0.868	-0.742	0.335	1.289	-0.244	0.127	0.081	-0.947	-0.266	0.425	-0.768
20	1950	4	-1.705	0.389	-0.569	0.302	0.705	-0.179	-0.011	-0.318	-0.877	-0.081	0.199	-0.392
21	1950	5	-1.532	0.653	-0.2	0.073	0.751	0.178	1.178	-1.009	-0.518	0.695	-0.164	0.278
22	1950	6	-1.457	-0.292	-0.177	-0.848	0.571	0.1	-0.038	-0.785	0.22	0.614	-0.191	0.435
23	1950	7	-1.276	0.129	0.498	-1.626	1.622	0.441	-0.015	-1.864	0.93	0.097	-0.018	0.788
24	1950	8	-0.806	1.324	-0.744	-1.097	1.302	0.09	-0.461	-1.313	1.103	-0.757	1.073	1.628
25	1950	9	-1.415	0.933	-0.109	0.103	0.268	0.717	-0.677	-1.273	-0.501	-0.62	0.396	0.727
26	1950	10	-1.178	0.251	-0.132	0.067	-0.847	0.602	-0.387	-1.19	0.563	-0.538	-0.715	1.435
27	1950	11	-1.441	-0.92	0.16	0.263	-0.388	-0.674	0.384	-0.525	-0.005	0.126	0.091	0.751
28	1950	12	-1.345	-1.566	1.093	-0.546	-1.31	0.861	-0.272	-1.373	-0.305	-1.055	0.524	1.893
29	1951	1	-1.102	-1.933	0.101	-0.192	-1.426	1.323	-0.025	-0.429	-0.752	0.167	0.729	0.843
30	1951	2	-1.005	-2.36	-0.055	-0.11	-0.322	0.49	-0.218	-0.197	-0.773	0.078	0.45	0.547
31	1951	3	-0.845	-2.444	0.263	-0.594	-0.409	1.653	0.975	-0.169	-0.572	-0.168	-0.286	0.592

Gambar. 1. Contoh format data EOF 12 lokasi dalam bentuk file csv untuk pembuatan model



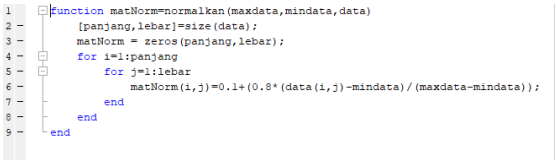
Gambar. 2. Pembuatan file .m untuk memanfaatkan toolbox JST Matlab



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	klim banjarbaru												
2	ngitude: 114.841 Elevation: 55												
3	Year	Jan	Peb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
4	1974												
5	1975												
6	1976												
7	1977												
8	1978		262.7	300.7	272.7								
9	1979								23.5				
10	1980		270.1	136.1									
11	1981												
12	1982												
13	1983												
14	1984												
15	1985												
16	1986		236.6	374.1	317.2	70.1							
17	1987												
18	1988												
19	1989												
20	1990												
21	1991												
22	1992												
23	1993												
24	1994												
25	1995												
26	1996												
27	1997												
28	1998												
29	1999												
30	2000												
31	2001												

Gambar. 3. Contoh salah satu data Pos Hujan yang digunakan untuk pembuatan model, data sengaja disamarkan.

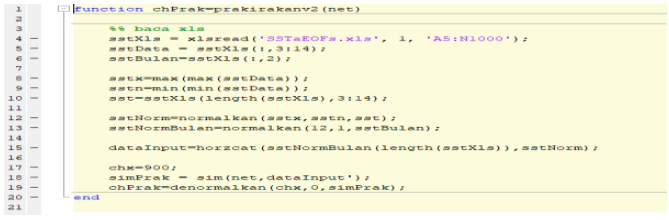
Dalam kode Matlab dibuat file .m untuk memudahkan pembuatan model untuk tiap pos hujan dengan menggunakan data latih dari data historis bulan, data EOF bulanan 12 lokasi, dan data curah hujan bulanan sepanjang 2/3 (dua per tiga) dari jumlah data historis curah hujan bulanan yang dimiliki dan kemudian diuji dengan data uji dari 1/3 (sepertiga) sisa data historis curah hujan bulanan pos hujan tersebut. Sebelum dilakukan permodelan, semua data dilakukan normalisasi agar bisa digunakan oleh toolbox Matlab.



```
function matNorm=normalkan(maxdata,mindata,data)
    [panjang,lebar]=size(data);
    matNorm = zeros(panjang,lebar);
    for i=1:panjang
        for j=1:lebar
            matNorm(i,j)=0.1+(0.8*(data(i,j)-mindata)/(maxdata-mindata));
        end
    end
end
```

Gambar. 4. Penggalan kode file .m untuk melakukan normalisasi semua data

Setiap pos hujan dilakukan pembuatan model seperti pada Gambar 2 dan dipilih pos hujan yang memiliki korelasi diatas 0,6. Semua model terpilih disimpan dalam file .mat untuk digunakan dalam proses selanjutnya. Selanjutnya dibuat sebuah file .m yang dirancang untuk melakukan fungsi prakiraan berdasarkan model JST yang telah dibangun seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



```
function chPrak=prakirakanv2(net)

    %% baca xls
    sstXls = xlsread('SSTaEOFs.xls', 1, 'A5:N1000');
    sstData = sstXls(:,3:14);
    sstBulan=sstXls(:,2);

    sstx=max(max(sstData));
    sstn=min(min(sstData));
    sst=sstXls(length(sstXls),3:14);

    sstNorm=normalkan(sstx,sstn,sst);
    sstNormBulan=normalkan(12,1,sstBulan);

    dataInput=horzcat(sstNormBulan(length(sstXls)),sstNorm);

    chx=900;
    simPrak = sim(net,dataInput');
    chPrak=denormalkan(chx,0,simPrak);
end
```

Gambar. 5. Penggalan kode file .m untuk melakukan fungsi prakiraan

```
function matDenorm=denormalkan(maxdata,mindata,data)
    [panjang,lebar]=size(data);
    matDenorm = zeros(panjang,lebar);
    for i=1:panjang
        for j=1:lebar
            matDenorm(i,j)=((data(i,j)-0.1)*(maxdata-minda

        end
    end
end
```

Gambar. 6. Penggalan kode file .m untuk melakukan denormalisasi

Hasil prakiraan dilakukan normalisasi (dirancang fungsi denormalisasi dalam sebuah file .m pada Gambar 6 kemudian dibandingkan curah hujan bulanan pada data uji untuk mendapatkan nilai korelasi uji.

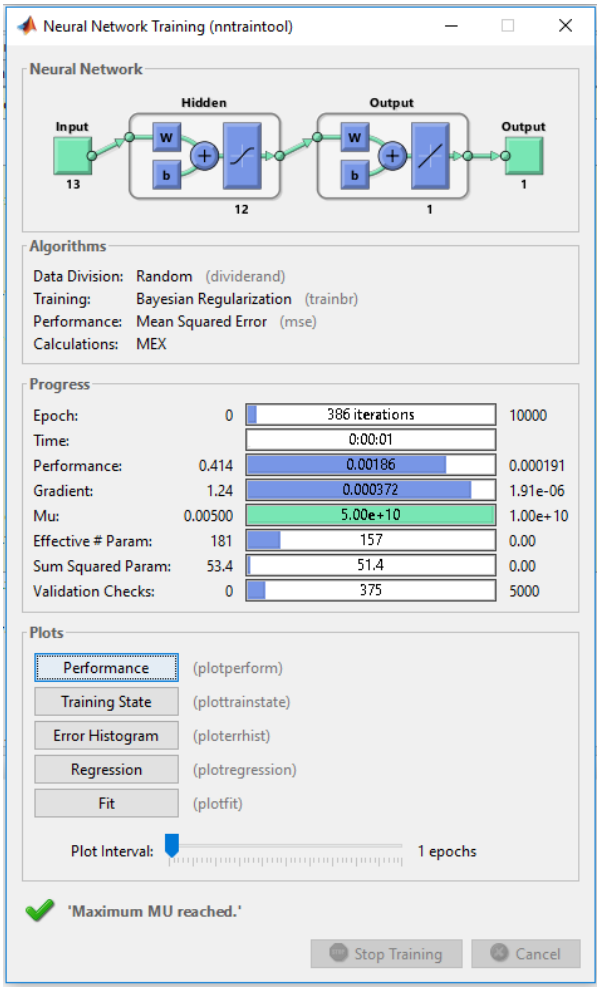
Langkah terakhir semua model dijalankan dan dibandingkan hasil prakiraan dengan curah hujan bulanan sebenarnya. Hasil verifikasi tiap pos hujan direkap dalam sebuah tabel dan disimpulkan bagaimana keandalan JST untuk memprakirakan hujan bulanan di Kalimantan Selatan pada tahun 2018.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

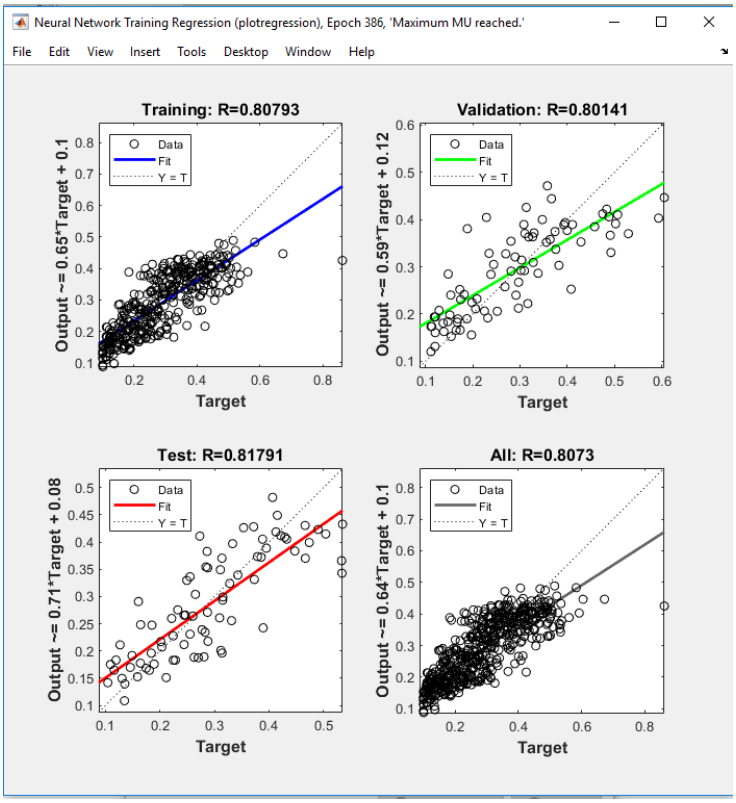
Dari total 60 Pos Hujan yang digunakan untuk pembentukan data latih dan data uji ada 47 Pos Hujan yang bisa menghasilkan korelasi diatas 0,6 dan dipakai selanjutnya untuk melakukan prakiraan seperti ditunjukkan pada Gambar 6.

Mayoritas Pos Hujan yang memiliki korelasi dibawah 0,6 berlokasi di pesisir tenggara Kalimantan Selatan. Hal ini menunjukkan daerah tersebut tidak memiliki ketergantungan pada bulan terjadinya hujan (memiliki kecenderungan tidak memiliki periode musim) dan lebih dipengaruhi faktor lain.

Dari 47 Pos Hujan dilakukan prakiraan selama 1 tahun dengan menggunakan skript Matlab yang telah dibangun untuk automatisasi penggunaan toolbox Matlab dan mendapatkan nilai korelasi seperti pada Gambar 7.



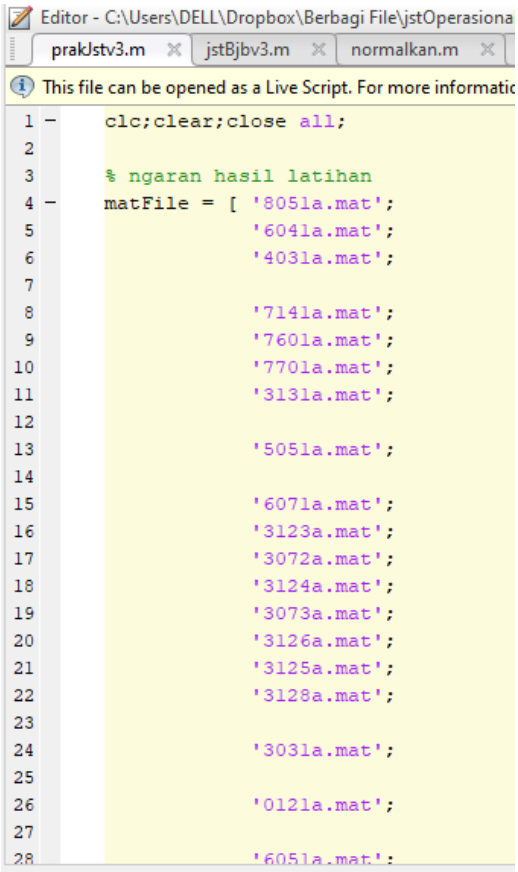
Gambar. 6. Proses training dari toolbox Matlab yang dipanggil file .m



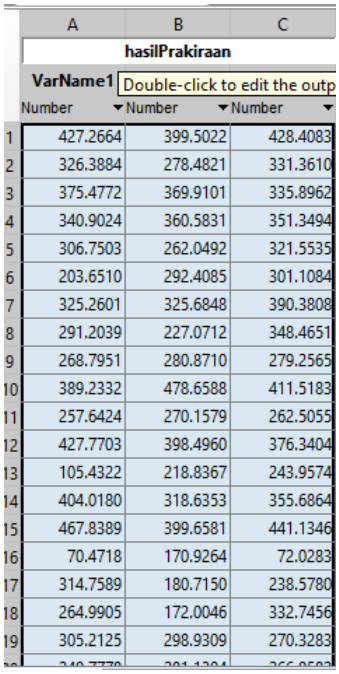
Gambar. 7. Contoh korelasi salah satu pos hujan. korelasi 0,8 sangat tinggi.

Dari 47 Model Pos Hujan dilakukan prakiraan selama 1 tahun dengan menggunakan skript Matlab yang telah dibangun untuk automatisasi seperti ditunjukkan pada Gambar 8.

Hasil prakiraan disimpan dalam file .csv seperti ditunjukkan pada Gambar 9 dan dilakukan verifikasi dengan data curah hujan bulanan tahun 2018 pada masing-masing pos hujan. Rekap verifikasi ditampilkan pada Tabel I.



Gambar. 8. Potongan file .m untuk otomatisasi prakiraan



	A	B	C
	hasilPrakiraan		
	VarName1	Double-click to edit the outp	
	Number	Number	Number
1	427.2664	399.5022	428.4083
2	326.3884	278.4821	331.3610
3	375.4772	369.9101	335.8962
4	340.9024	360.5831	351.3494
5	306.7503	262.0492	321.5535
6	203.6510	292.4085	301.1084
7	325.2601	325.6848	390.3808
8	291.2039	227.0712	348.4651
9	268.7951	280.8710	279.2565
10	389.2332	478.6588	411.5183
11	257.6424	270.1579	262.5055
12	427.7703	398.4960	376.3404
13	105.4322	218.8367	243.9574
14	404.0180	318.6353	355.6864
15	467.8389	399.6581	441.1346
16	70.4718	170.9264	72.0283
17	314.7589	180.7150	238.5780
18	264.9905	172.0046	332.7456
19	305.2125	298.9309	270.3283

Gambar. 9. Contoh hasil prakiraan untuk 3 Bulan.

TABEL I
HASIL VERIFIKASI PRAKIRAAN TAHUN 2018

No	Bulan	Sesuai Dengan Prakiraan	Proportion Of Correct	Skill Score	Pierce Skill Score
1	Januari	22	0.328	0.021	0.021
2	Pebruari	25	0.357	0.054	0.049
3	Maret	30	0.390	0.016	0.015
4	April	30	0.405	0.011	0.010
5	Mei	27	0.333	0.080	0.079
6	Juni	21	0.256	0.012	0.012
7	Juli	30	0.361	0.135	0.126
8	Agustus	33	0.407	0.155	0.148
9	September	21	0.256	-0.085	-0.078
10	Oktober	21	0.247	-0.059	-0.055
11	November	15	0.183	-0.045	-0.047
12	Desember	27	0.318	0.068	0.070
	Rata-Rata		**0.320**	**0.030**	**0.029**

Hasil verifikasi prakiraan tahun 2019 disimpan dalam file .csv seperti ditunjukkan pada Gambar 9 dan dilakukan verifikasi dengan data curah hujan bulanan tahun 2018 menunjukkan akurasi semakin baik pada musim kemarau (bulan Agustus) dilihat dari nilai Proportion of Correct, Skill Score, dan Pierce Skill Score yang paling mendekati 1, dan nilai terburuk didapat saat peralihan dari musim kemarau ke musim hujan (September-Nopember).

V. KESIMPULAN

Menggunakan JST sebagai pembuatan model prakiraan hujan bulanan dengan perubah data bulan dan data *empirical orthogonal function* anomali suhu muka laut bulanan pada 12 lokasi menghasilkan nilai korelasi yang baik saat pembuatan model, tetapi hasil verifikasi menunjukkan akurasi yang baik didapatkan saat periode musim

kemarau dan skill terjelek saat peralihan musim kemarau ke musim hujan. Pengembangan model lebih lanjut bisa dengan menggunakan variasi lain pelatihan data yang disediakan toolbox Matlab.

DAFTAR PUSTAKA

[1] J. Lee, C.-G. Kim, J. E. Lee, N. W. Kim and H. Kim, "Application of Artificial Neural Networks to Rainfall Forecasting in the Geum River Basin, Korea," *Water*, vol. 10, pp. 1448.1-1448.14, 14 10 2018.

[2] J. Adamowski and K. Sun, "Development of a coupled wavelet transform and neural network method for flow," *Journal of Hydrology*, vol. 390, no. 1-2, pp. 85-91, 2010.

[3] L. Bodri and V. Cermak, "Neural network prediction of monthly precipitation: Application to summer flood," *Stud. Geophys. Geod.*, no. 45, pp. 155-167, 2001.

[4] N. Philip and K. Joseph, " A neural network tool for analyzing trends in rainfall," *Comput. Geosci*, no. 29, pp. 215-223, 2003.

[5] M. Gholizadeh and M. Darand, "Forecasting precipitation with artificial neural networks (Case Study: Tehran)," *Journal of Applied Sciences*, vol. 9, no. 9, pp. 1786-1790, 2009.

[6] M. Bilgili and B. Sahin, "Prediction of long-term monthly temperature and rainfall in Turkey," *Energy Sources, Part A.*, vol. 32, pp. 60-71, 2010.

[7] I. Jolliffe, Principal Component Analysis, 2nd ed., New York: Springer, 2002.

[8] A. U. S. T. N. T. a. J. I. T. Hannachi, "Independent com-ponent analysis of climate data: A new look at EOF rotation," *Journal of Climate*, vol. 22, pp. 2797-2812, 2009.

[9] Z. Zhang and J. C. Moore, Mathematical and Physical Fundamentals of Climate Change, Amsterdam: Elsevier, 2015.

[10] Matlab Documentation., "Neural Network Toolbox," The MathWorks, Inc..