

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah data curah hujan yang berasal dari Stasiun Klimatologi Kabupaten Pesawaran pada tahun 2004-2021. Data tersebut kemudian akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu data *training* dan data *testing*. Data *training* yang akan digunakan adalah data dasarian 1 tahun 2004 hingga dasarian 36 tahun 2019. Data *testing* yang akan digunakan adalah data dasarian 1 tahun 2020 hingga dasarian 36 tahun 2021. Berikut data jumlah curah hujan di Kabupaten Pesawaran dari dasarian 1 2004 hingga dasarian 36 2021.

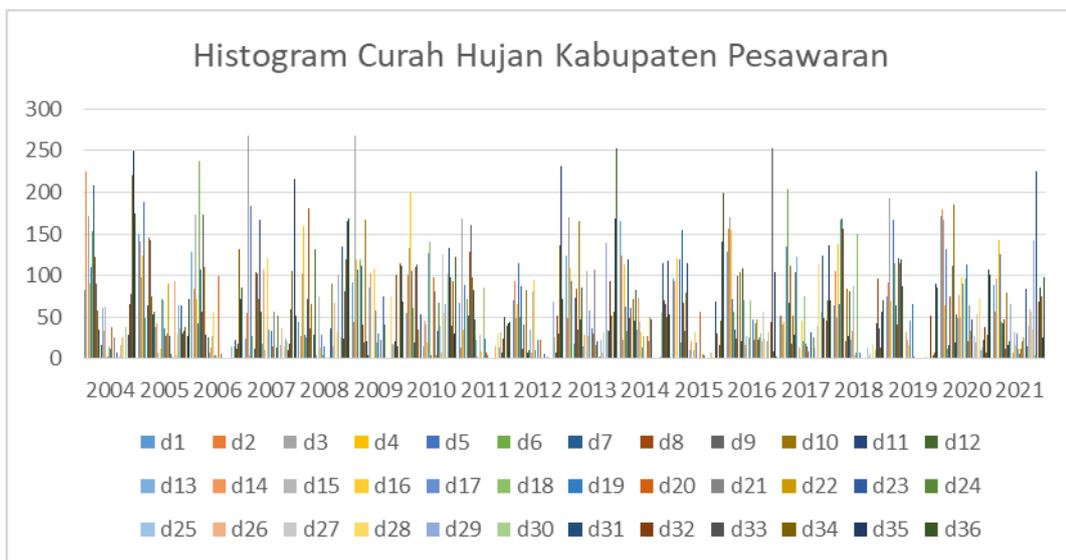
Tabel 4.1 Data Curah Hujan Di Kabupaten Pesawaran Periode Dasarian 1 2004 Hingga Dasarian 36 Tahun 2021

Tahun	Data Dasarian di Stasiun Klimatologi Pesawaran																	
	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16	d17	d18
2004	83,3	225	171,9	89,6	110,3	153,1	207,8	122,3	89,6	58,3	34,4	16,7	61,1	32,8	62,9	2,5	3	14,5
2005	150,8	140,5	98,6	123,8	189,2	49,4	64,9	144,9	142	75,7	53,5	56,4	38,7	42,8	7,6	12,8	72,1	71
2006	127,9	84,3	172,6	71,4	43	237,7	106,8	56,9	173,7	110	29,4	26,2	7	13,2	26,9	56,2	3,8	4,9
2007	24,6	55,7	267,7	4,8	183,9	26,8	11,9	103,8	102,1	71,4	167,6	56,1	18,5	107,6	10	121,2	34,4	0,3
2008	43,7	26,7	102,8	159,8	28,6	25,4	72,5	180,8	36,5	66,2	28,4	132	4,3	0	75,7	14,2	28,3	4,2
2009	91,6	43,9	267,5	119,5	106,8	119,8	112,1	41,6	19,7	167,7	21	4,2	86,3	103,2	0	108,6	58,4	20
2010	54,6	101,7	134	201	105	61,8	20	110	114	35,6	54	0	15,2	45,1	41	19,2	127,5	141,1
2011	67,1	13,8	168,1	35	88,1	72,1	52,1	129,1	160,1	98,5	82	48	23	3,6	29	9,4	0	86
2012	70,9	93,5	49	65	114,5	51	87,7	11,9	40,6	83,2	8,1	10,7	35,54	8,2	81,5	95,6	11	0,5
2013	124,4	48,7	169,7	108,7	92,6	17,5	73	84	35	166	48	85	15,2	28,3	105,8	28	58,7	1,5
2014	165	124	23	113	63	33,3	119	48,2	61	72,4	46	83	35,7	73	44	32	14	28
2015	97	93	0	121	120	19,2	155	67	34,2	80	115	0	10,3	21	10	31,6	19,3	0
2016	129	157	170	154	72	56,7	34,4	23,8	100,1	103,6	22	109	70	17,3	27,4	1,7	25,2	70
2017	52,4	52	41	44,4	135	204,5	68	111	18	51,9	28,5	103,6	123	13	0	46,5	22	74,5
2018	63,5	105,5	51,1	138,5	65,5	167	168	156	21	83,6	27,8	81	23,5	33	87	4,5	7,5	150,5
2019	75	92	193	68,1	167	114,8	63,5	40,6	121	115	120	87	0	32,5	22,5	16	46	0
2020	171,5	179	167,5	63,8	131,5	12,2	16	75	111	185,3	20	53,5	49,4	76	50	98	89,7	96
2021	89	57	96,5	143	125	45	43	47	11,7	79	17	21	65	8	31,7	17	31	12

Gambar 3.2. Bagan Global Aplikasi

Tahun	Data Dasarian di Stasiun Klimatologi Pesawaran																	
	d19	d20	d21	d22	d23	d24	d25	d26	d27	d28	d29	d30	d31	d32	d33	d34	d35	d36
2004	12,7	37,7	25,7	0	7,7	0,7	2,5	16	26,6	26,2	0	38,8	29,4	66	78	220,8	249,9	174,1
2005	36,6	27,5	30,9	90,5	27	5,4	2,6	93,5	4,2	29,6	64,9	37,2	64	31,2	33,2	38,4	27,7	71,5
2006	0	99,6	6,2	0	0	0	0	0,2	0	0	15,5	15	22,5	12,2	17,5	132,4	72,1	86,3
2007	33,9	14,7	56,5	0,5	14,3	51,4	16,6	37,1	0	14,9	24,5	20,6	9,8	17,7	60	104,9	216,6	52,6
2008	14,7	0	0	1	36,1	90,3	15	67	0	31,9	100,6	25,9	134,9	23,8	81,1	119,7	166,1	168,7
2009	30,4	0	23,1	0	75,2	40,5	0	0,2	0,2	75,3	17,7	16,5	22	101,2	15,4	114,2	111,6	68,6
2010	4,3	98,2	80,4	4,9	33	67,2	39	8,2	125,5	55	66	102,7	133	98,2	40	93,4	30,1	122
2011	23,8	8	5	0	0	0,2	0	15	0	30	13	32	8	25	51,1	39,2	43	45
2012	23	22,9	0	0	5,5	1,5	3,5	2,9	0	0	69,5	25,6	7,8	51,6	29,9	136	232	72
2013	36,5	30,2	107,8	16,5	21,9	3,5	23,3	8,1	32	0	138,9	35	34,3	93,7	51,7	56,2	168,9	252,8
2014	0,5	27	22	50,4	48	0	0	0	0	0	3	55	115	71	65	51	118	53
2015	0	55,8	0	6	5	0	0	0	8	8	0	0	69	30	17	46,3	141,3	199
2016	47,9	23,3	43	48	23	25,2	30	21,3	56	24	21,9	32	1	44,2	253,5	9,1	104,2	3
2017	18	15,5	9,5	0	32,5	26	13	0	39,8	113	0	56	124,5	48,5	46,5	69,7	136	69,8
2018	7	0	0	0	2	0	14	2,5	6,5	18	0	11	42	97	36	14	56	71
2019	65	3	1	1	0	1	0	0	0	3	1	2	0	52	4	7	90	85
2020	113	21	63,7	33,2	48	0	27,5	20	54,2	74	10	14	22,6	37,5	7,5	28,2	107	101
2021	5,5	12	22	26,5	84	14,4	40	59,6	56,2	34,9	143,2	5	224,6	68,7	86,3	74,3	26	98,7

Berdasarkan data tabel diatas pada Gambar 4.1 yang menunjukkan histogram dari data jumlah curah hujan Di Kabupaten Pesawaran Periode Dasarian 1 2004 Hingga Dasarian 36 2021.



Gambar 4.1 Histogram Data Jumlah Curah Hujan di Kabupaten Pesawaran  
 Dapat dilihat bahwa curah hujan terendah terjadi pada tahun 2011 dengan jumlah 1503,3 milimeter dan curah hujan tertinggi pada tahun 2010 dengan jumlah 2581 milimeter. Salah satu cara yang digunakan untuk mengetahui angka jumlah curah hujan di Kabupaten Pesawaran agar tetap stabil yaitu dengan langkah prediksi

terhadap perkembangan jumlah curah hujan di Kabupaten Pesawaran untuk tahun berikutnya.

#### 4.1.1 Persiapan Data

Data training dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Data Training dasarian 1 2004 hingga dasarian 36 2019

No	Input	Target
1	Dasarian 1 2004 – dasarian 36 2004	Dasarian 1 2005
2	Dasarian 2 2004 – dasarian 1 2005	Dasarian 2 2005
3	Dasarian 3 2004 – dasarian 2 2005	Dasarian 3 2005
4	Dasarian 4 2004 – dasarian 3 2005	Dasarian 4 2005
5	Dasarian 5 2004 – dasarian 4 2005	Dasarian 5 2005
6	Dasarian 6 2004 – dasarian 5 2005	Dasarian 6 2005
7	Dasarian 7 2004 – dasarian 6 2005	Dasarian 7 2005
8	Dasarian 8 2004 – dasarian 7 2005	Dasarian 8 2005
9	Dasarian 9 2004 – dasarian 10 2005	Dasarian 9 2005
10	Dasarian 10 2004 – dasarian 11 2005	Dasarian 10 2005
11	Dasarian 11 2004 – dasarian 12 2005	Dasarian 11 2005
12	Dasarian 12 2004 – dasarian 13 2005	Dasarian 12 2005
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
540	Dasarian 36 2018 – dasarian 35 2019	Dasarian 36 2019

Data testing dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Data testing dasarian 1 tahun 2020 hingga dasarian 36 tahun 2021

No	Input	Target
1	Dasarian 1 2020 – dasarian 36 2020	Dasarian 1 2021
2	Dasarian 2 2020 – dasarian 1 2021	Dasarian 2 2021

<b>3</b>	Dasarian 3 2020 – dasarian 2 2021	Dasarian 3 2021
<b>4</b>	Dasarian 4 2020 – dasarian 3 2021	Dasarian 4 2021
<b>5</b>	Dasarian 5 2020 – dasarian 4 2021	Dasarian 5 2021
<b>6</b>	Dasarian 6 2020 – dasarian 5 2021	Dasarian 6 2021
<b>7</b>	Dasarian 7 2020 – dasarian 6 2021	Dasarian 7 2021
<b>8</b>	Dasarian 8 2020 – dasarian 7 2021	Dasarian 8 2021
<b>9</b>	Dasarian 9 2020 – dasarian 10 2021	Dasarian 9 2021
<b>10</b>	Dasarian 10 2020 – dasarian 11 2021	Dasarian 10 2021
<b>11</b>	Dasarian 11 2020 – dasarian 12 2021	Dasarian 11 2021
<b>12</b>	Dasarian 12 2020 – dasarian 13 2021	Dasarian 12 2021
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
<b>36</b>	Dasarian 36 2020 – dasarian 35 2021	Dasarian 36 2021

Pada algoritma jaringan syaraf tiruan propagasi balik ini digunakan fungsi aktivasi sigmoid biner di mana fungsi ini bernilai antara 0 s.d 1. Namun fungsi sigmoid biner tersebut sejatinya tidak pernah mencapai angka 0 maupun 1. Oleh sebab itu, data curah hujan perlu dinormalisasi terlebih dahulu ke dalam range 0,1 s.d 0,9.

#### **4.1.2 Data Input**

Data inputan yang digunakan merupakan data asli dari Stasiun Klimatologi Kabupaten Pesawaran pada tahun 2004-2021 yang sudah dilakukan proses normalisasi hasil dapat dilihat pada tabel 4.4 pada halaman berikut.

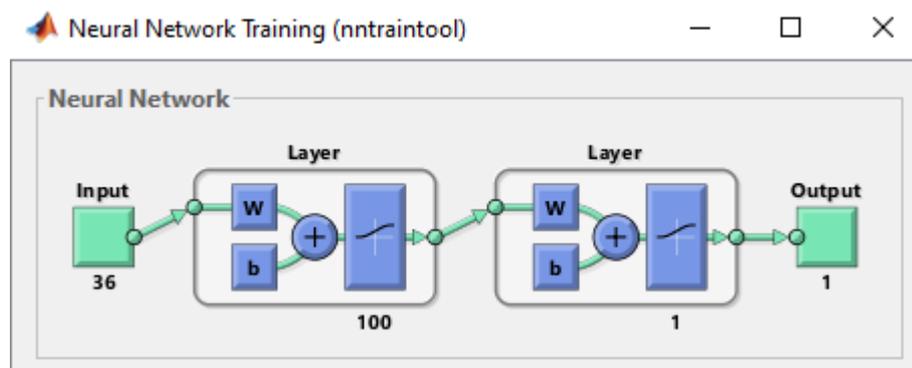
Tabel 4.4 Data Inputan Hasil Normalisasi

Dasarian	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
D1	0,584	0,110	0,198	0,417	0,248	0,305	0,323	0,568	0,753	0,442	0,589	0,238	0,289	0,341	0,783	0,405
D2	0,384	0,253	0,120	0,199	0,464	0,061	0,426	0,221	0,566	0,424	0,717	0,236	0,481	0,419	0,818	0,259
D3	0,788	1,224	0,469	1,223	0,611	0,768	0,222	0,775	0,103	-0,002	0,776	0,186	0,232	0,882	0,765	0,440
D4	0,325	0,020	0,730	0,545	0,918	0,158	0,295	0,496	0,515	0,552	0,703	0,201	0,632	0,310	0,290	0,653
D5	0,195	0,840	0,129	0,487	0,479	0,401	0,522	0,422	0,286	0,547	0,328	0,616	0,298	0,763	0,600	0,570
D6	1,086	0,121	0,114	0,546	0,281	0,328	0,231	0,078	0,150	0,086	0,257	0,934	0,763	0,524	0,054	0,204
D7	0,487	0,052	0,330	0,511	0,089	0,236	0,399	0,332	0,543	0,708	0,155	0,309	0,767	0,289	0,071	0,195
D8	0,258	0,473	0,826	0,188	0,502	0,589	0,052	0,383	0,219	0,305	0,107	0,506	0,712	0,184	0,341	0,213
D9	0,793	0,465	0,165	0,088	0,520	0,731	0,184	0,158	0,277	0,154	0,456	0,080	0,094	0,552	0,506	0,051
D10	0,502	0,325	0,301	0,766	0,161	0,449	0,379	0,758	0,329	0,364	0,472	0,235	0,381	0,524	0,846	0,360
D11	0,132	0,765	0,128	0,094	0,245	0,373	0,035	0,218	0,208	0,524	0,099	0,128	0,125	0,547	0,089	0,076
D12	0,118	0,255	0,602	0,017	-0,002	0,218	0,047	0,387	0,378	-0,002	0,497	0,472	0,369	0,396	0,243	0,094
D13	0,030	0,083	0,017	0,393	0,067	0,103	0,161	0,067	0,161	0,045	0,318	0,561	0,105	-0,002	0,224	0,295
D14	0,058	0,491	-0,002	0,470	0,204	0,014	0,035	0,127	0,332	0,094	0,077	0,057	0,149	0,147	0,346	0,034
D15	0,121	0,044	0,344	-0,002	0,186	0,131	0,371	0,482	0,199	0,044	0,123	-0,002	0,396	0,101	0,227	0,143
D16	0,255	0,553	0,063	0,495	0,086	0,041	0,436	0,126	0,144	0,143	0,006	0,211	0,018	0,071	0,447	0,076
D17	0,015	0,155	0,127	0,265	0,582	-0,002	0,048	0,267	0,062	0,086	0,113	0,099	0,032	0,208	0,409	0,140
D18	0,020	-0,001	0,017	0,089	0,644	0,392	0,000	0,005	0,126	-0,002	0,318	0,339	0,687	-0,002	0,437	0,053
D19	-0,002	0,153	0,065	0,137	0,017	0,107	0,103	0,165	0,000	-0,002	0,217	0,080	0,030	0,295	0,515	0,023
D20	0,454	0,065	-0,002	-0,002	0,448	0,034	0,103	0,136	0,121	0,253	0,105	0,069	-0,002	0,012	0,094	0,053
D21	0,026	0,257	-0,002	0,104	0,366	0,021	0,002	0,492	0,099	-0,002	0,195	0,041	-0,002	0,002	0,290	0,099
D22	-0,002	0,000	0,002	-0,002	0,020	-0,002	0,002	0,073	0,229	0,025	0,218	-0,002	-0,002	0,002	0,150	0,119
D23	-0,002	0,063	0,163	0,342	0,149	-0,002	0,023	0,098	0,218	0,021	0,103	0,147	0,007	-0,002	0,218	0,383
D24	-0,002	0,233	0,411	0,183	0,306	-0,001	0,005	0,014	-0,002	-0,002	0,113	0,117	-0,002	0,002	-0,002	0,064
D25	-0,002	0,074	0,067	-0,002	0,176	-0,002	0,014	0,105	-0,002	-0,002	0,135	0,057	0,062	-0,002	0,124	0,181
D26	-0,001	0,168	0,305	-0,001	0,035	0,067	0,011	0,035	-0,002	-0,002	0,095	-0,002	0,009	-0,002	0,089	0,271
D27	-0,002	-0,002	-0,002	-0,001	0,573	-0,002	0,002	0,144	-0,002	0,034	0,254	0,180	0,028	-0,002	0,246	0,255
D28	-0,002	0,066	0,144	0,343	0,250	0,135	0,002	-0,002	-0,002	0,034	0,108	0,515	0,080	0,012	0,337	0,158
D29	0,069	0,110	0,459	0,079	0,300	0,057	0,316	0,634	0,012	-0,002	0,098	-0,002	-0,002	0,002	0,044	0,654
D30	0,067	0,092	0,116	0,073	0,468	0,144	0,115	0,158	0,250	-0,002	0,144	0,254	0,048	0,007	0,062	0,021
D31	0,101	0,043	0,616	0,099	0,607	0,034	0,034	0,155	0,524	0,314	0,002	0,568	0,190	-0,002	0,101	1,026
D32	0,054	0,079	0,107	0,461	0,448	0,112	0,234	0,427	0,323	0,135	0,200	0,220	0,442	0,236	0,170	0,312
D33	0,078	0,273	0,369	0,068	0,181	0,232	0,135	0,235	0,295	0,076	1,159	0,211	0,163	0,016	0,032	0,393
D34	0,604	0,478	0,546	0,521	0,426	0,177	0,621	0,255	0,231	0,210	0,039	0,317	0,062	0,030	0,127	0,338
D35	0,328	0,990	0,759	0,509	0,136	0,195	1,060	0,771	0,538	0,645	0,475	0,621	0,254	0,410	0,488	0,117
D36	0,393	0,239	0,770	0,312	0,557	0,204	0,328	1,156	0,241	0,909	0,012	0,317	0,323	0,387	0,460	0,450

### 4.1.3 Proses Training

Kriteria pemodelan proses yang dihasilkan dinyatakan dalam MSE (*Mean Square Error*). Dengan ketentuan semakin kecil MSE yang dihasilkan (mendekati nilai 0) akan menghasilkan prediksi *output* yang lebih baik.

Model jaringan yang digunakan untuk meramalkan curah hujan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan pada gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Model Jaringan Saraf Tiruan yang di dapatkan

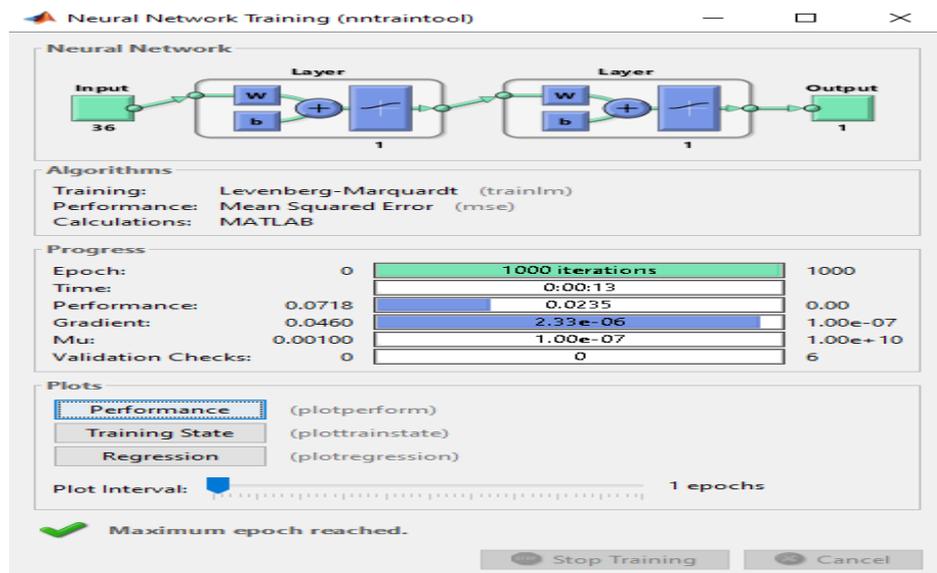
Proses training pertama menggunakan pola struktur jaringan neuron sederhana dengan inputan awal  $X$  sebanyak 36 inputan awal dengan jumlah neuron 100 pada hidden layer. Terdapat 2 sigmoid biner pada hidden layer dan output. Setelah proses inputan awal selesai dilanjutkan dengan input kedua dan seterusnya sampai pada inputan terakhir, selanjutnya diproses kembali untuk menghubungkan antara hidden layer  $Y$  dengan keluaran output  $Z$  dengan banyaknya data dari inputan awal, menggunakan estimasi bobot  $W$  untuk menghasilkan output  $Z$ .

Setelah mendapatkan model jaringan selanjutnya dilakukan training atau pembelajaran terhadap model yang didapatkan dengan memasukkan data input dan target untuk selanjutnya di training. Dengan memasukkan data input sebanyak 36 dasarian dalam rentang waktu tahun 2004 sampai 2019 dan 100 hidden layer.

### 4.1.3.1 Training 36-1-1

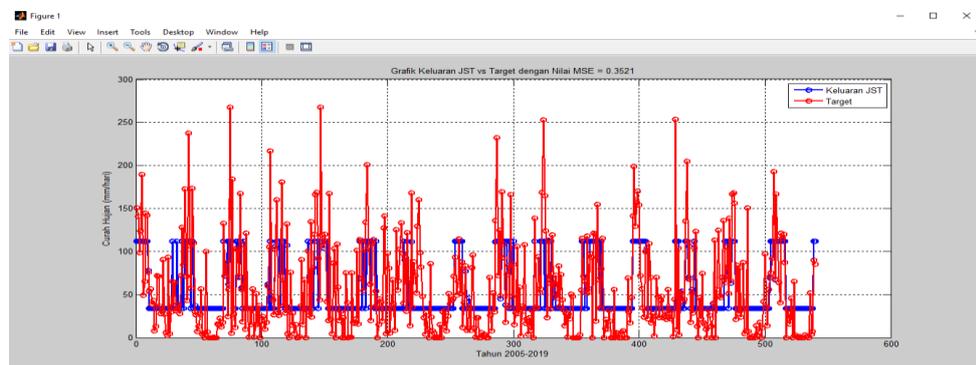
a. *Training 36-1-1 Fungsi Training Levenberg-Marquardt*

Hasil *Training 36-1-1* dengan menggunakan fungsi *Training Levenberg-Marquardt* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.2 Hasil *Training 36-1-1* dengan Fungsi Trainlm

Pada Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa ditemukan dalam 1000 kali *iterasi*. Pada percobaan ini, jenis pelatihan yang digunakan adalah *Levenberg-Marquardt*, Performance yang dihasilkan 0,0235 sedangkan gradient 2,33e-06. Sedangkan grafik pada training ini dapat dilihat pada Gambar 4.3 dibawah ini.



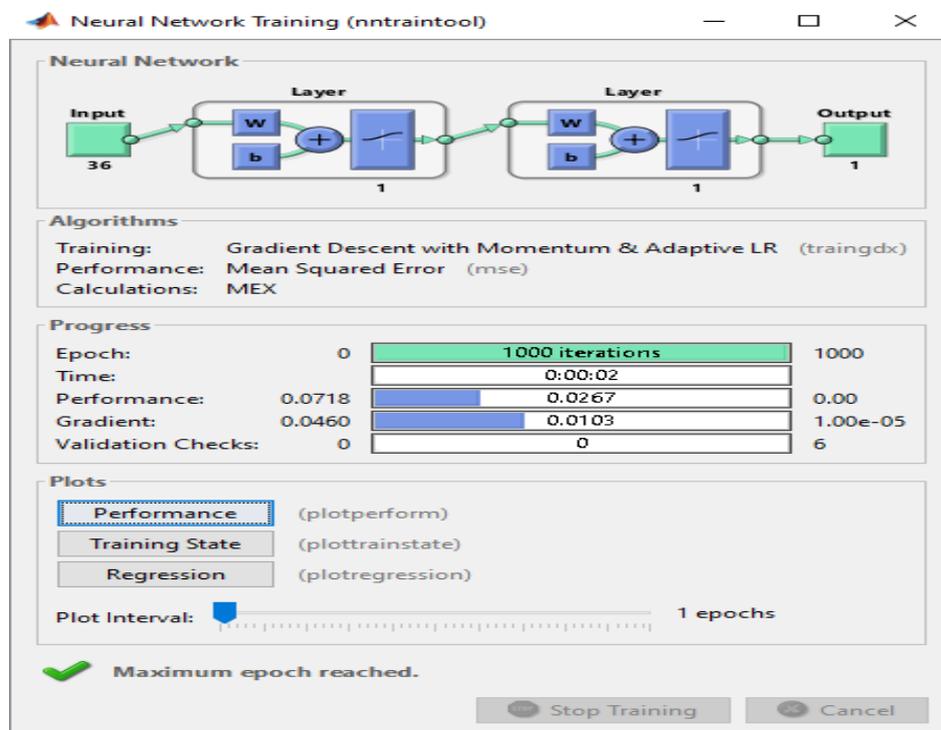
Gambar 4.3 Grafik Fungsi Trainlm 36-1-1 Keluaran JST vs Target

Dari gambar 4.3 grafik diatas terlihat bahwa terdapat dua garis dimana keluaran JST ditandai dengan garis biru dan target ditandai dengan garis

merah. Terlihat didalam grafik bahwa belum di dapatkan hasil yang akurat antara target dan keluaran JST. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan pada *training* 36-1-1 adalah 0.3521.

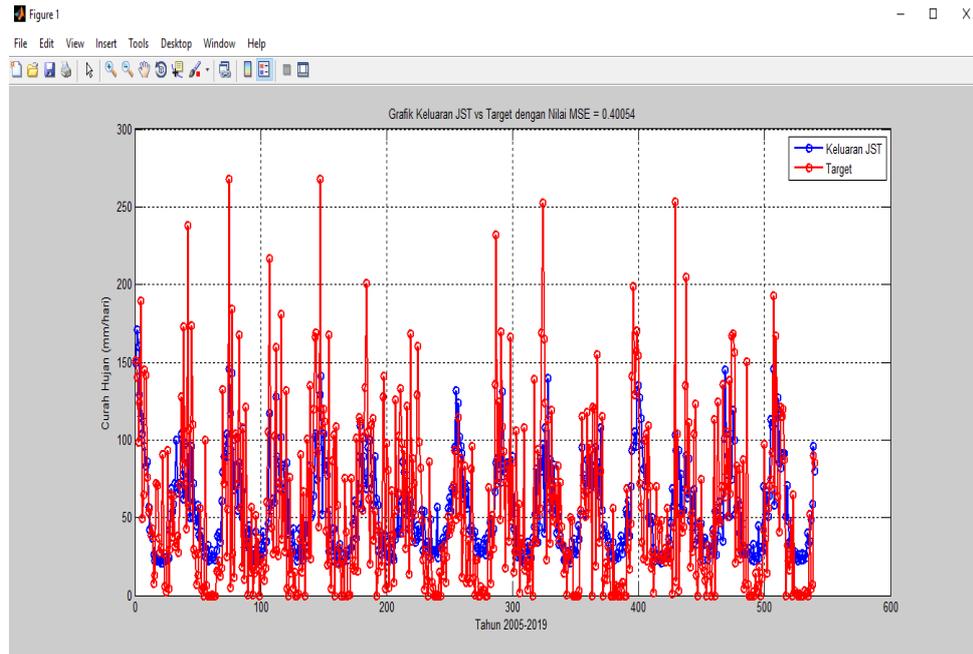
b. *Training* 36-1-1 Fungsi *Training Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR (Traingdx)*

Hasil *Training* 36-1-1 dengan fungsi *Training Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR (Traingdx)* dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut:



Gambar 4.4 Hasil *Training* 36-1-1 dengan Fungsi Traingdx

Pada Gambar 4.4 diatas dapat dilihat bahwa ditemukan dalam 1000 kali *iterasi*. Pada percobaan ini, jenis pelatihan yang digunakan adalah *Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR (Traingdx)*, *Performance* yang dihasilkan 0,0267 sedangkan *gradient* 0,0103. Sedangkan grafik pada training ini dapat dilihat dibawah ini.

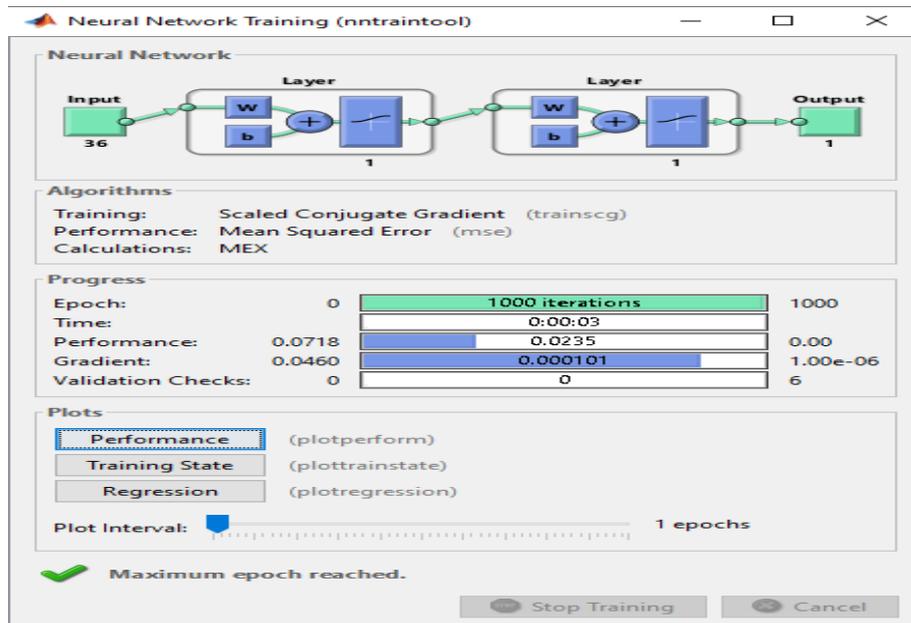


Gambar 4.5 Grafik Fungsi Traingdx 36-1-1 Keluaran JST vs Target

Dari gambar grafik 4.5 diatas terlihat bahwa terdapat dua garis dimana keluaran JST ditandai dengan garis biru dan target ditandai dengan garis merah. Terlihat didalam grafik bahwa belum di dapatkan hasil yang akurat antara target dan keluaran JST. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan pada training 36-1-1 adalah 0.40054.

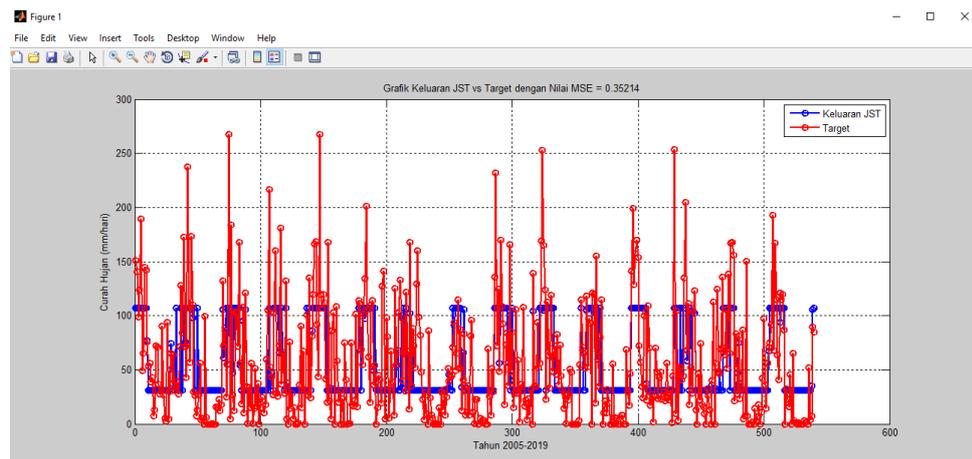
c. *Training 36-1-1 Fungsi Training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)*

Hasil *Training 36-1-1* dengan fungsi *Training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)* dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut:



Gambar 4.6 Hasil Training 36-1-1 dengan Fungsi Trainscg

Pada Gambar 4.6 diatas dapat dilihat bahwa ditemukan dalam 1000 kali *iterasi*. Pada percobaan ini, jenis pelatihan yang digunakan adalah *Training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)*, *Performance* yang dihasilkan 0,0235 sedangkan *Gradient* 0,0101. Sedangkan grafik pada training ini dapat dilihat pada gambar 4.8 dibawah ini.



Gambar 4.8 Grafik Fungsi Trainscg 36-1-1 Keluaran JST vs Target

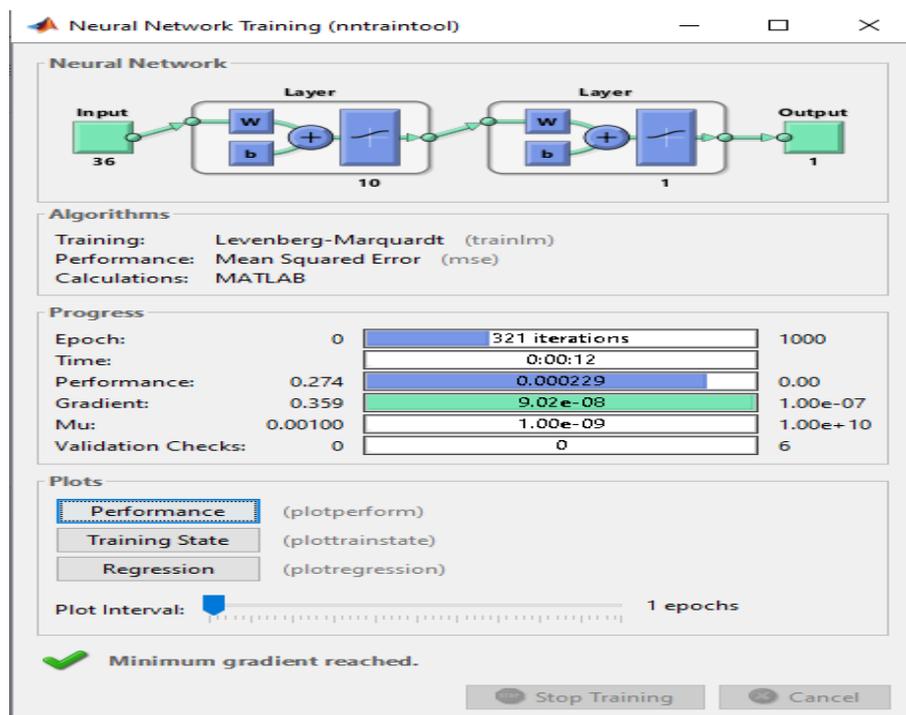
Dari gambar grafik 4.8 diatas terlihat bahwa dari hasil training belum di dapatkan hasil yang akurat antara target dan keluaran JST. Hasil *mean*

*squared error* (MSE) yang didapatkan pada training 36-1-1 adalah 0.35214.

#### 4.1.3.2 Training 36-10-1

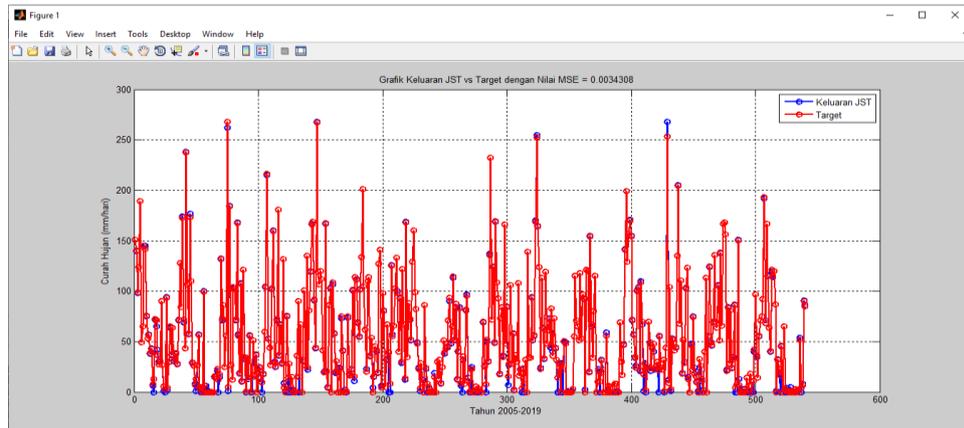
a. *Training 36-10-1 Fungsi Training Levenberg-Marquardt*

Hasil *Training 36-10-1* dengan menggunakan fungsi *Training Levenberg-Marquardt* dapat dilihat pada gambar 4.7 berikut:



Gambar 4.7 Hasil *Training 36-10-1* dengan Fungsi Trainlm

Pada Gambar 4.7 diatas dapat dilihat bahwa ditemukan dalam 321 kali *iterasi*. Pada percobaan ini, jenis pelatihan yang digunakan adalah *Levenberg-Marquardt*, *Performance* yang dihasilkan 0,000229 sedangkan *gradient* 9,02e-08. Sedangkan grafik pada training ini dapat dilihat pada gambar 4.8 dibawah ini.

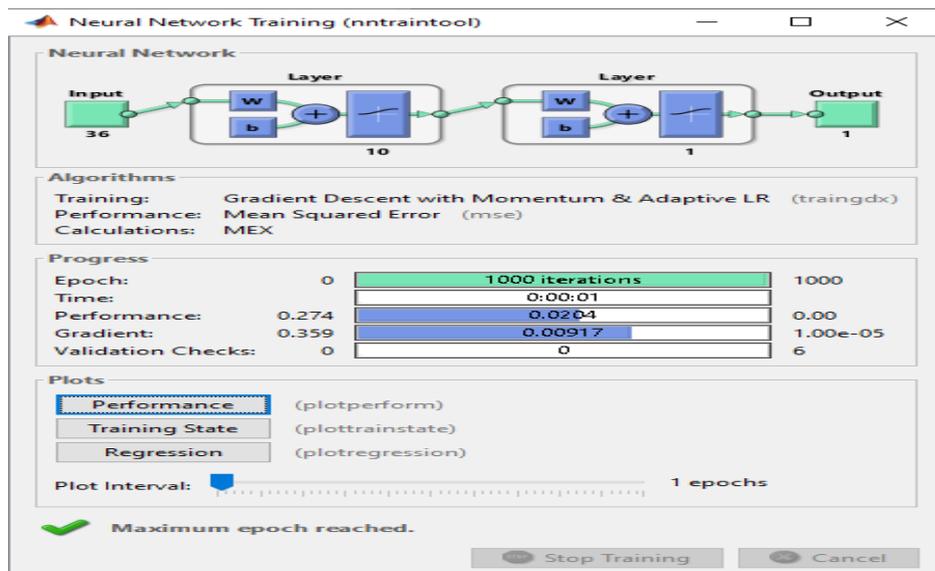


Gambar 4.8 Grafik Fungsi Trainlm 36-10-1 Keluaran JST vs Target

Dari gambar grafik 4.8 diatas terlihat bahwa dari hasil *training* belum di dapatkan hasil yang akurat antara target dan keluaran JST. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan pada *training* 36-10-1 adalah 0.0034308.

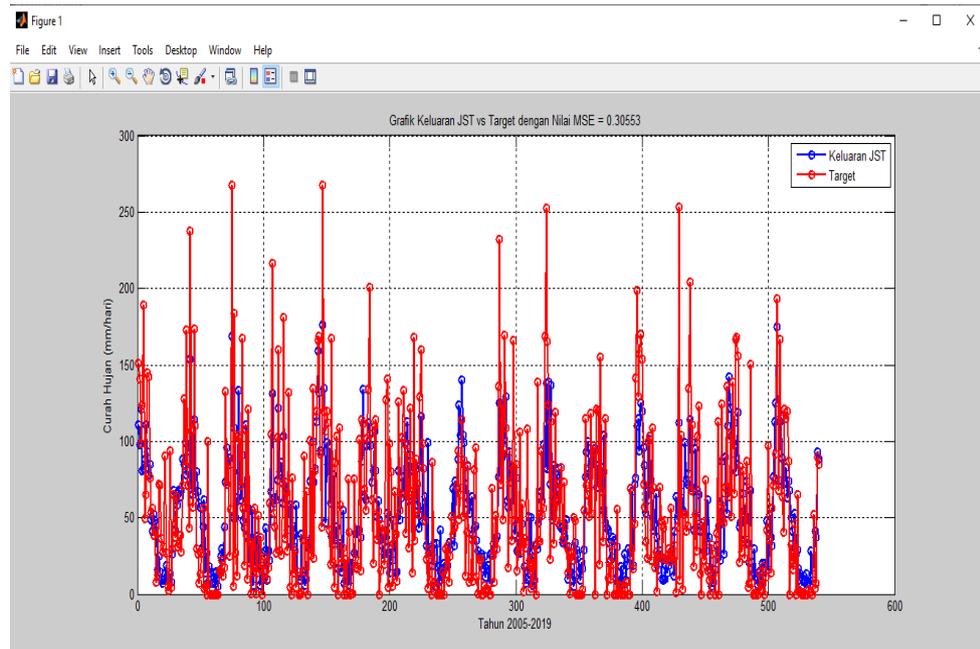
b. *Training* 36-10-1 Fungsi *Training Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR (Traingdx)*

Hasil *Training* 36-10-1 dengan fungsi *Training Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR (Traingdx)* dapat dilihat pada gambar 4.9 berikut:



Gambar 4.9 Hasil *Training* 36-10-1 dengan Fungsi Traingdx

Pada Gambar 4.9 diatas dapat dilihat bahwa ditemukan dalam 1000 kali *iterasi*. Pada percobaan ini, jenis pelatihan yang digunakan adalah *Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR (Traingdx)*, *Performance* yang dihasilkan 0,0204 sedangkan *gradient* 0,00917. Sedangkan grafik pada training ini dapat dilihat gambar 4.10 dibawah ini.

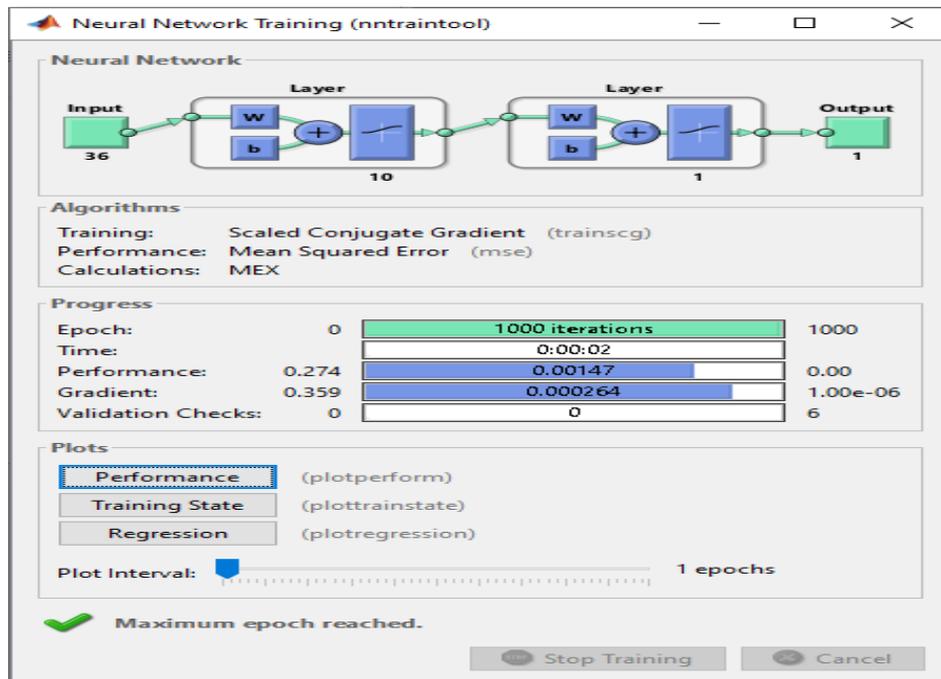


Gambar 4.10 Grafik Fungsi Traingdx 36-10-1 Keluaran JST vs Target

Dari gambar grafik 4.10 diatas terlihat bahwa hasil *training* belum di dapatkan hasil yang akurat antara target dan keluaran JST. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan pada training 36-10-1 adalah 0.30553.

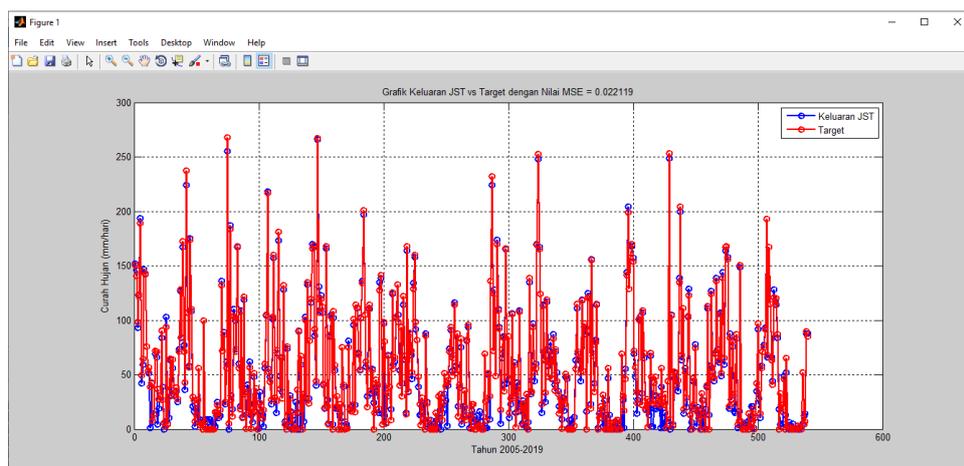
c. *Training 36-10-1 Fungsi Training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)*

Hasil *Training 36-10-1* dengan fungsi *Training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)* dapat dilihat pada gambar 4.11 berikut:



Gambar 4.11 Hasil Training 36-10-1 dengan Fungsi Trainscg

Pada Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa ditemukan dalam 1000 kali iterasi. Pada percobaan ini, jenis pelatihan yang digunakan adalah *Training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)*, *Performance* yang dihasilkan 0,00147 sedangkan *Gradient* 0,000264. Sedangkan grafik pada training ini dapat dilihat pada gambar 4.12 dibawah ini.



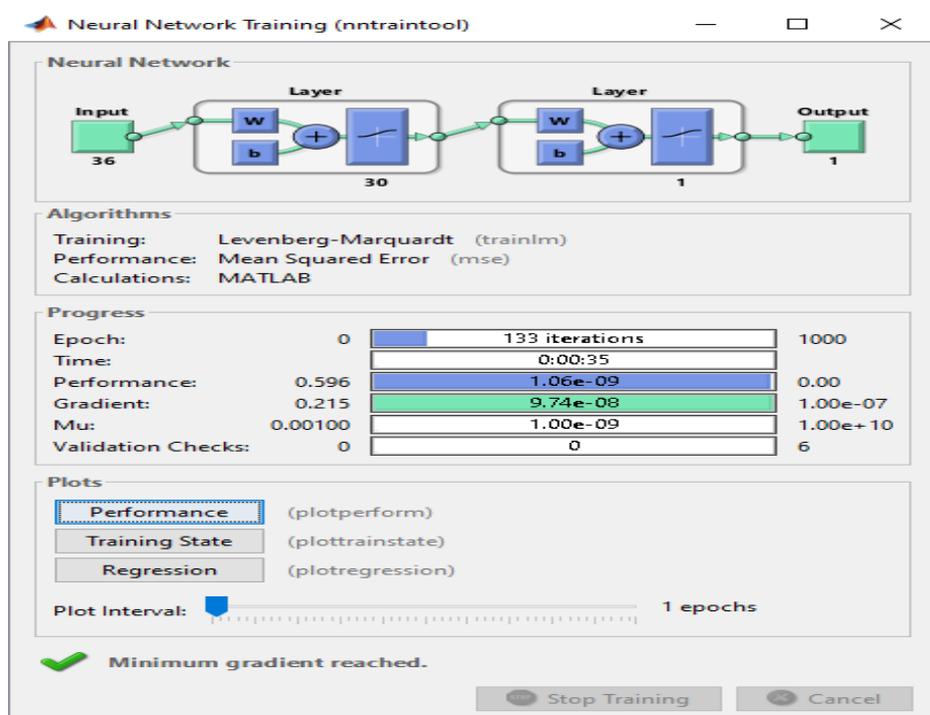
Gambar 4.12 Grafik Fungsi Trainscg 36-10-1 Keluaran JST vs Target

Dari gambar grafik 4.12 diatas terlihat bahwa dari hasil training belum di dapatkan hasil yang akurat antara target dan keluaran JST. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan pada training 36-10-1 adalah 0.22119.

#### 4.1.3.3 Training 36-30-1

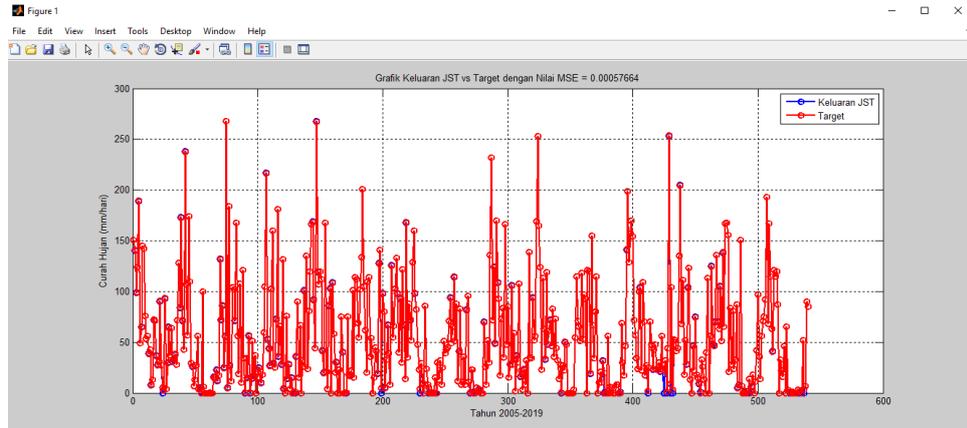
a. *Training 36-30-1 Fungsi Training Levenberg-Marquardt*

Hasil *Training 36-30-1* dengan menggunakan fungsi *Training Levenberg-Marquardt* dapat dilihat pada gambar 4.13 berikut:



Gambar 4.13 Hasil *Training 36-30-1* dengan Fungsi Trainlm

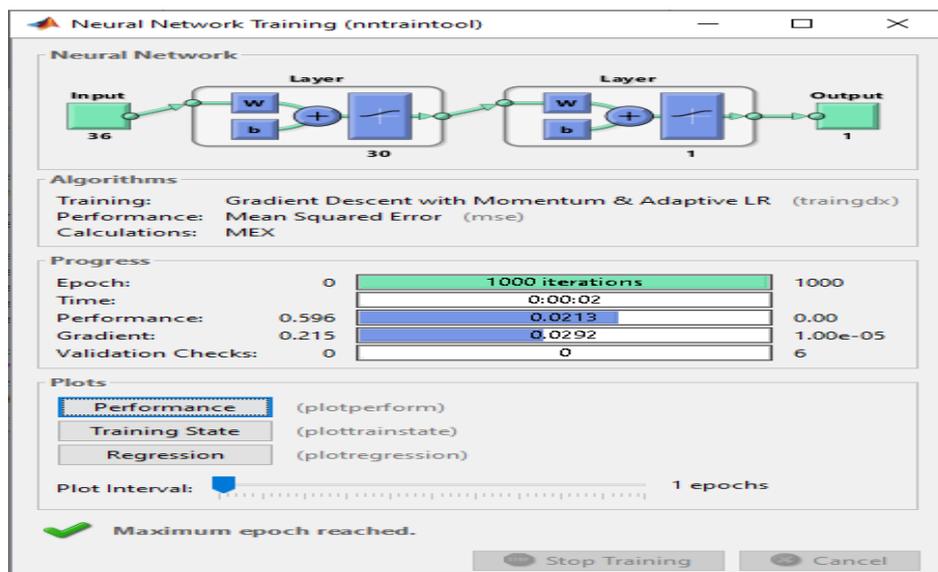
Pada Gambar 4.13 dapat dilihat bahwa ditemukan dalam 133 kali *iterasi*. Pada percobaan ini, jenis pelatihan yang digunakan adalah *Levenberg-Marquardt*, *Performance* yang dihasilkan 01,06e-09 sedangkan *gradient* 9,74e-08. Sedangkan grafik pada training ini dapat dilihat pada gambar 4.14 dibawah ini.



Gambar 4.14 Grafik Fungsi Trainlm 36-30-1 Keluaran JST vs Target  
 Dari gambar grafik 4.14 diatas terlihat bahwa dari hasil *training* belum di dapatkan hasil yang akurat antara target dan keluaran JST. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan pada *training* 36-30-1 adalah 0.00057664.

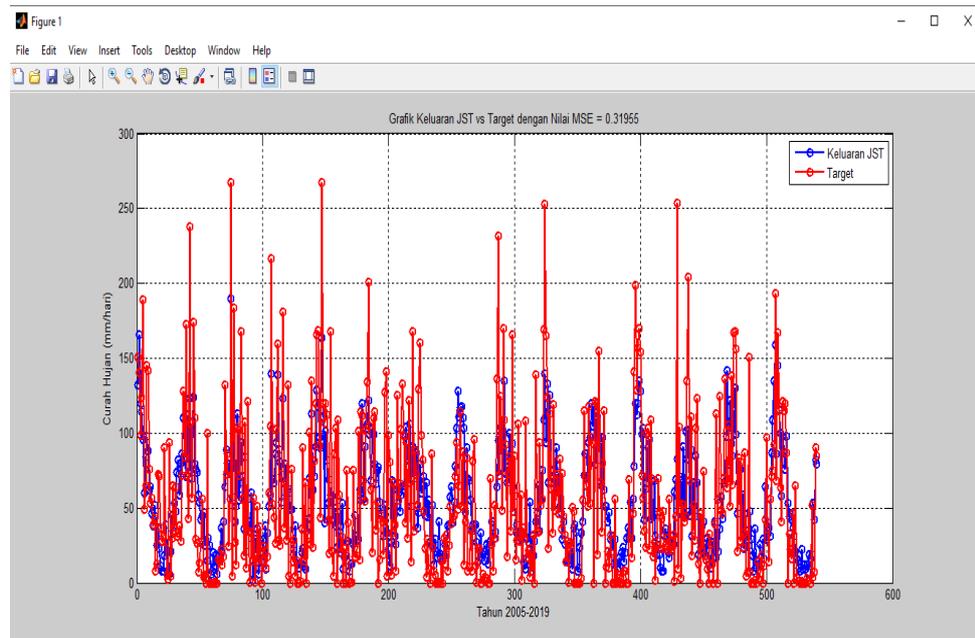
b. *Training* 36-30-1 Fungsi *Training Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR (Traingdx)*

Hasil *Training* 36-30-1 dengan fungsi *Training Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR (Traingdx)* dapat dilihat pada gambar 4.15 berikut:



Gambar 4.15 Hasil *Training* 36-30-1 dengan Fungsi Traingdx

Pada Gambar 4.15 diatas dapat dilihat bahwa ditemukan dalam 1000 kali *iterasi*. Pada percobaan ini, jenis pelatihan yang digunakan adalah *Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR (Traingdx)*, *Performance* yang dihasilkan 0,0213 sedangkan *gradient* 0,0292. Sedangkan grafik pada training ini dapat dilihat pada gambar 4.16 dibawah ini.

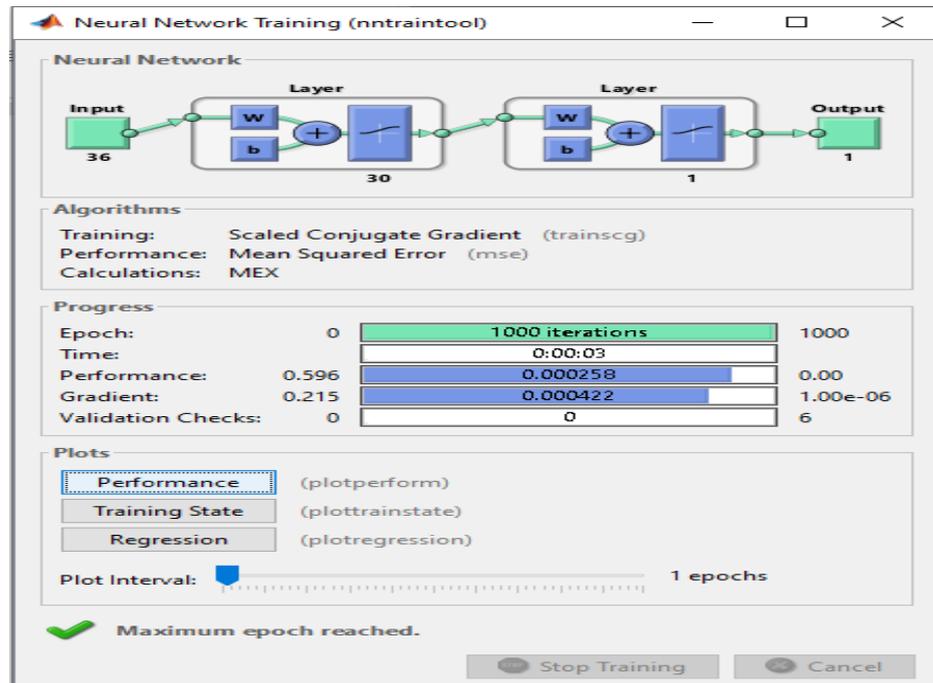


Gambar 4.16 Grafik Fungsi Traingdx 36-30-1 Keluaran JST vs Target

Dari gambar grafik 4.16 diatas terlihat bahwa hasil *training* belum di dapatkan hasil yang akurat antara target dan keluaran JST. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan pada training 36-30-1 adalah 0.31955.

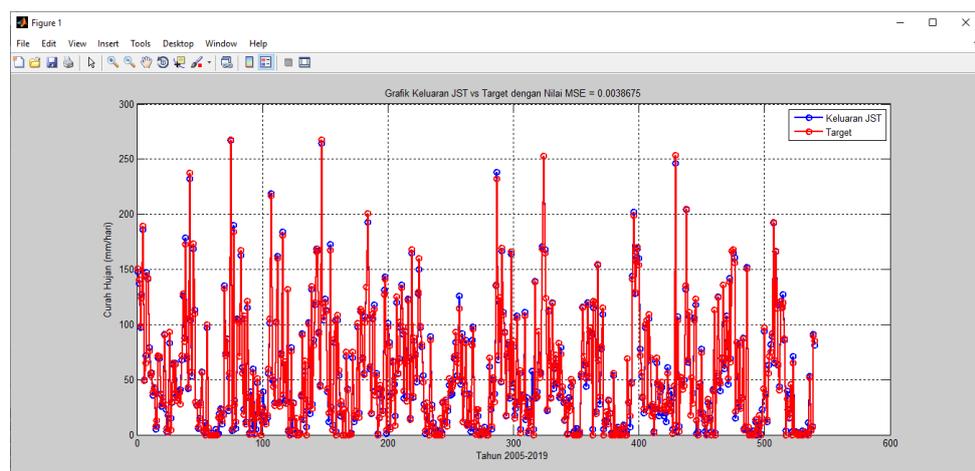
c. *Training 36-30-1 Fungsi Training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)*

Hasil *Training 36-30-1* dengan fungsi *Training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)* dapat dilihat pada gambar 4.17 berikut:



Gambar 4.17 Hasil Training 36-30-1 dengan Fungsi Trainscg

Pada Gambar 4.17 dapat dilihat bahwa ditemukan dalam 1000 kali iterasi. Pada percobaan ini, jenis pelatihan yang digunakan adalah *Training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)*, *Performance* yang dihasilkan 0,000258 sedangkan *Gradient* 0,000422. Sedangkan grafik pada training ini dapat dilihat pada gambar 4.18 dibawah ini.



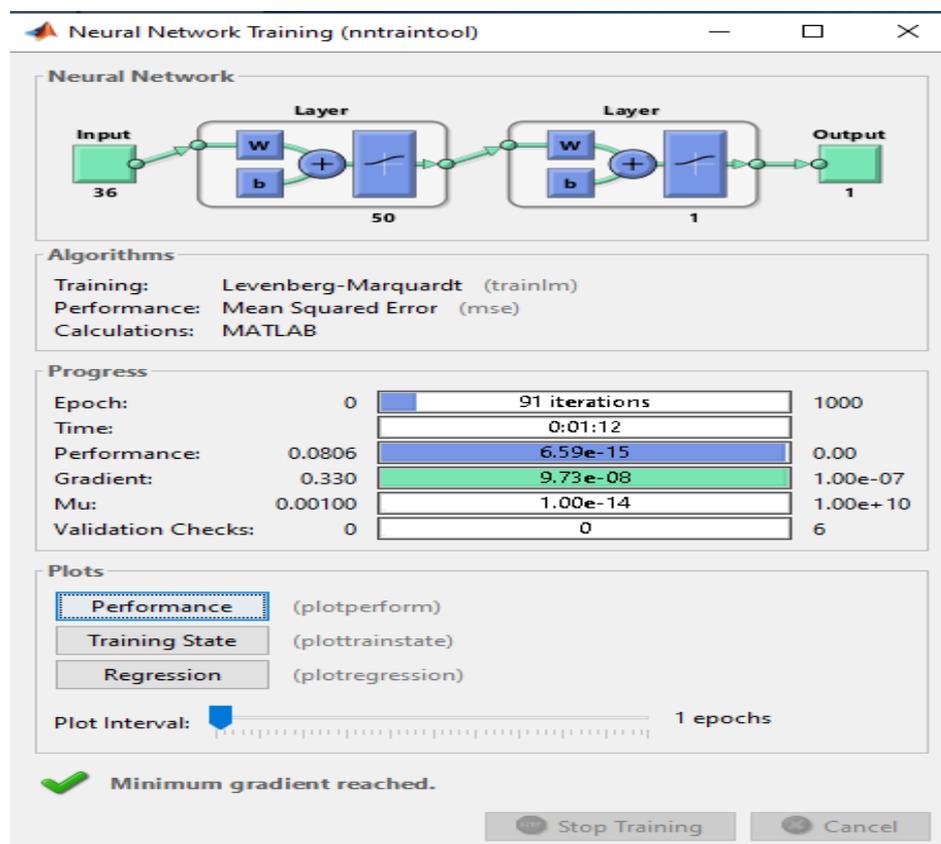
Gambar 4.18 Grafik Fungsi Trainscg 36-30-1 Keluaran JST vs Target

Dari gambar 4.18 grafik diatas terlihat bahwa dari hasil training belum di dapatkan hasil yang akurat antara target dan keluaran JST. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan pada training 36-30-1 adalah 0.0038675.

#### 4.1.3.4 Training 36-50-1

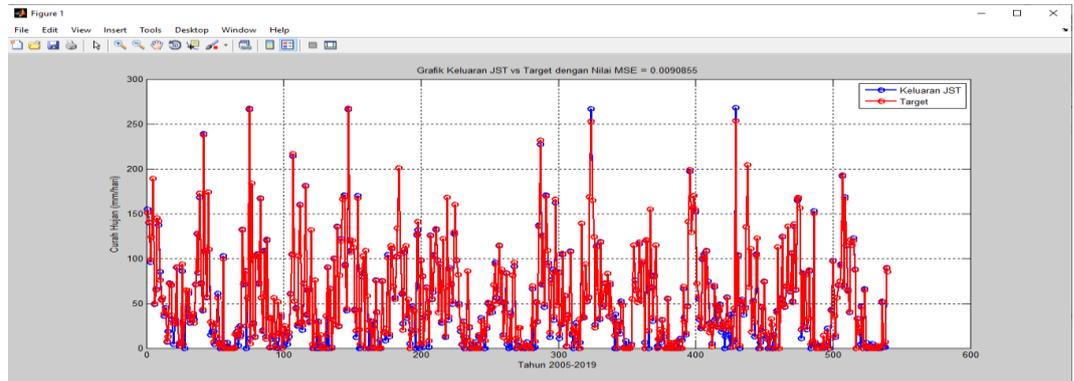
a. *Training 36-50-1 Fungsi Training Levenberg-Marquardt*

Hasil *Training 36-50-1* dengan menggunakan fungsi *Training Levenberg-Marquardt* dapat dilihat pada gambar 4.19 berikut:



Gambar 4.19 Hasil *Training 36-50-1* dengan Fungsi Trainlm

Pada Gambar 4.19 dapat dilihat bahwa ditemukan dalam 91 kali *iterasi*. Pada percobaan ini, jenis pelatihan yang digunakan adalah *Levenberg-Marquardt*, *Performance* yang dihasilkan 6.59e-15 sedangkan *gradient* 9,74e-08. Sedangkan grafik pada training ini dapat dilihat pada gambar 4.20 dibawah ini.

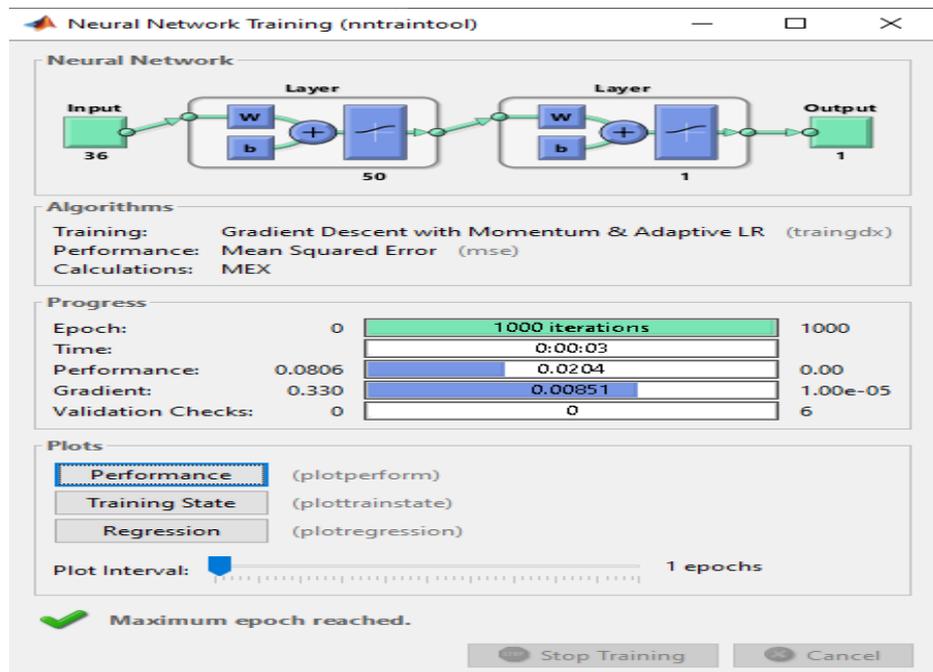


Gambar 4.20 Grafik Fungsi Trainlm 36-50-1 Keluaran JST vs Target

Dari gambar 4.20 grafik diatas terlihat bahwa dari hasil *training* belum di dapatkan hasil yang akurat antara target dan keluaran JST. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan pada *training* 36-50-1 adalah 0.0090855.

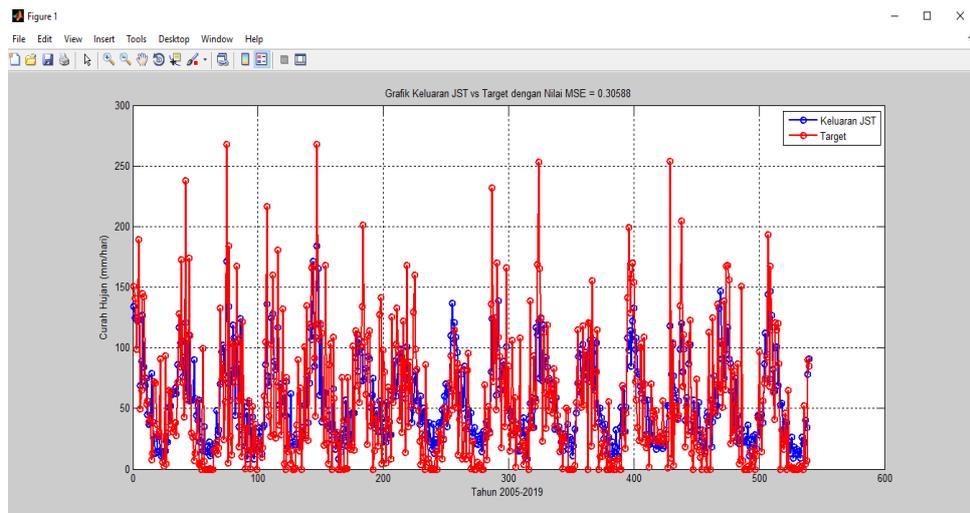
b. *Training* 36-50-1 Fungsi *Training Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR (Traingdx)*

Hasil *Training* 36-50-1 dengan fungsi *Training Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR (Traingdx)* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.21 Hasil *Training* 36-50-1 dengan Fungsi Traingdx

Pada Gambar 4.21 dapat dilihat bahwa ditemukan dalam 1000 kali *iterasi*. Pada percobaan ini, jenis pelatihan yang digunakan adalah *Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR (Traingdx)*, *Performance* yang dihasilkan 0,0204 sedangkan *gradient* 0,00851. Sedangkan grafik pada training ini dapat dilihat pada gambar 4.22 dibawah ini.

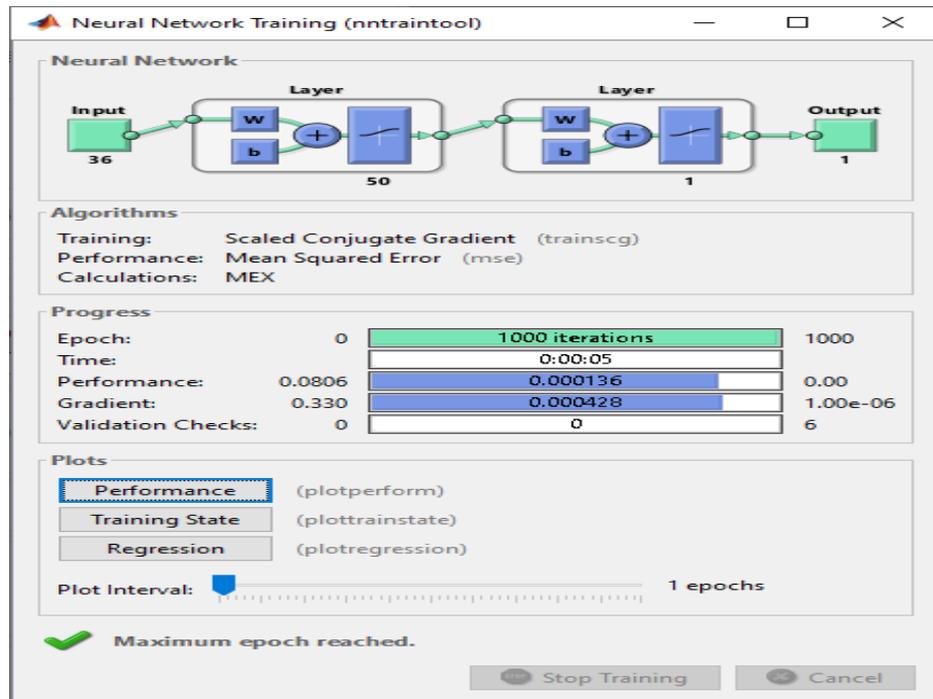


Gambar 4.22 Grafik Fungsi Traingdx 36-50-1 Keluaran JST vs Target

Dari gambar 4.22 grafik diatas terlihat bahwa hasil *training* belum di dapatkan hasil yang akurat antara target dan keluaran JST. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan pada training 36-50-1 adalah 0.30588.

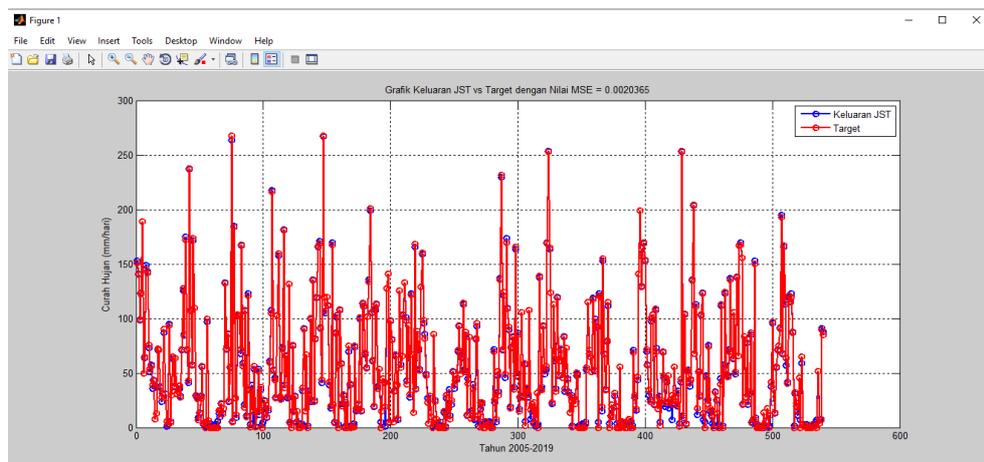
c. *Training 36-50-1 Fungsi Training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)*

Hasil *Training 36-50-1* dengan fungsi *Training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)* dapat dilihat pada gambar 4.23 berikut:



Gambar 4.23 Hasil Training 36-50-1 dengan Fungsi Trainscg

Pada Gambar 4.23 dapat dilihat bahwa ditemukan dalam 1000 kali *iterasi*. Pada percobaan ini, jenis pelatihan yang digunakan adalah *Training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)*, *Performance* yang dihasilkan 0,000136 sedangkan *Gradient* 0,000428. Sedangkan grafik pada training ini dapat dilihat gambar 4.24 dibawah ini.



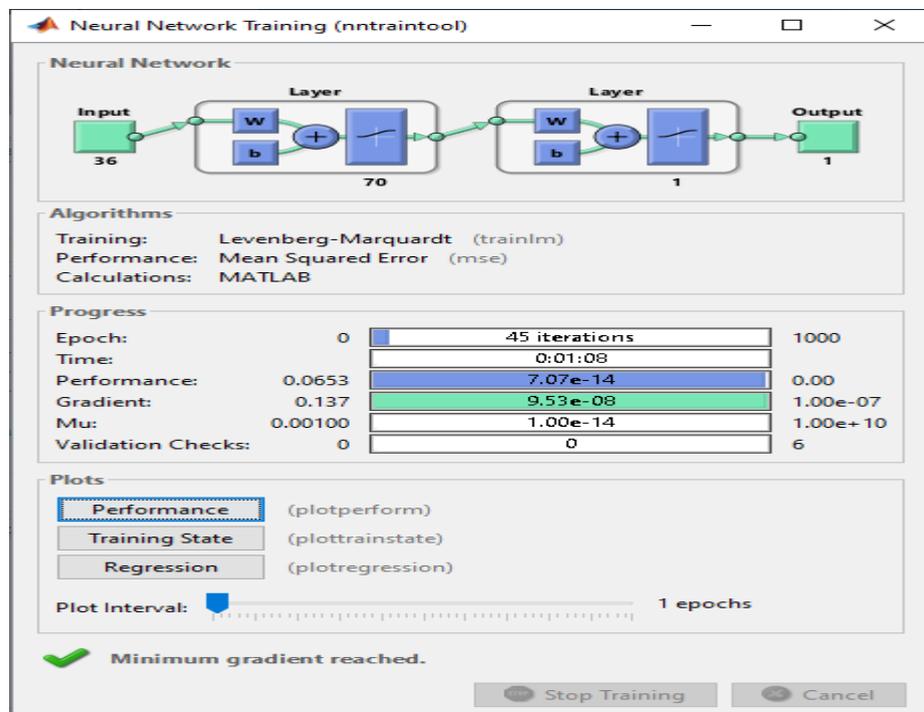
Gambar 4.24 Grafik Fungsi Trainscg 36-50-1 Keluaran JST vs Target

Dari gambar 4.24 grafik diatas terlihat bahwa dari hasil training belum di dapatkan hasil yang akurat antara target dan keluaran JST. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan pada training 36-50-1 adalah 0.0020365.

#### 4.1.3.5 Training 36-70-1

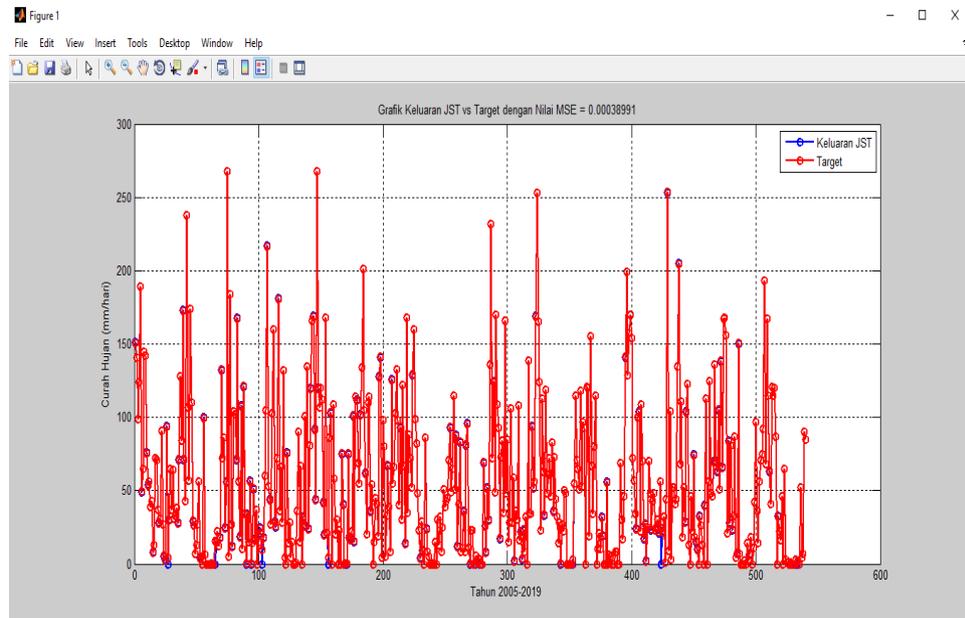
a. *Training 36-70-1 Fungsi Training Levenberg-Marquardt*

Hasil *Training 36-70-1* dengan menggunakan fungsi *Training Levenberg-Marquardt* dapat dilihat pada gambar 4.25 berikut:



Gambar 4.25 Hasil *Training 36-70-1* dengan Fungsi Trainlm

Pada Gambar 4.25 dapat dilihat bahwa ditemukan dalam 45 kali *iterasi*. Pada percobaan ini, jenis pelatihan yang digunakan adalah *Levenberg-Marquardt*, *Performance* yang dihasilkan 7.07e-14 sedangkan *gradient* 9,53e-08. Sedangkan grafik pada training ini dapat dilihat pada gambar 4.26 dibawah ini.

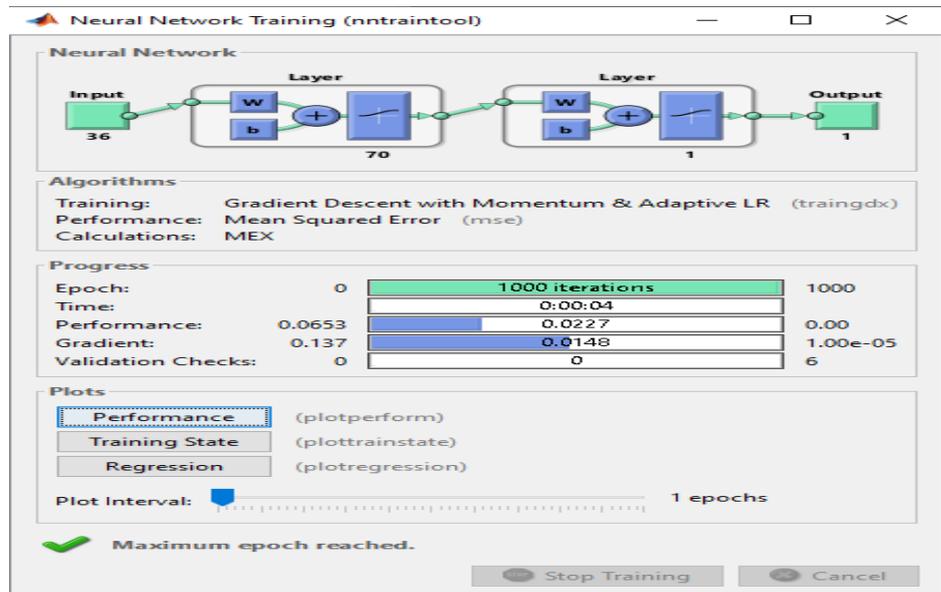


Gambar 4.26 Grafik Fungsi Trainlm 36-70-1 Keluaran JST vs Target

Dari gambar 4.26 grafik diatas terlihat bahwa dari hasil *training* belum di dapatkan hasil yang akurat antara target dan keluaran JST. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan pada *training* 36-70-1 adalah 0.00038991.

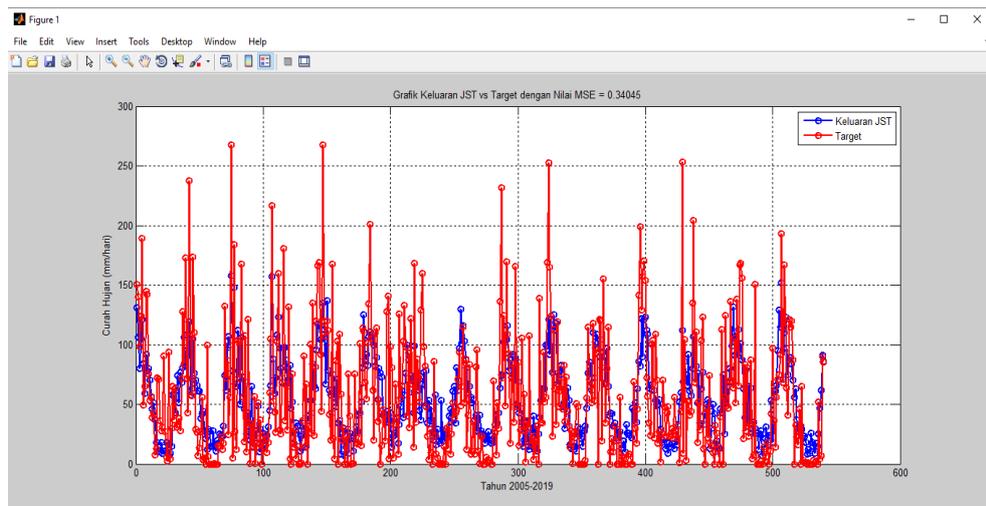
*b. Training 36-70-1 Fungsi Training Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR (Traingdx)*

Hasil *Training* 36-70-1 dengan fungsi *Training Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR (Traingdx)* dapat dilihat pada gambar 4.27 berikut:



Gambar 4.27 Hasil *Training* 36-70-1 dengan Fungsi *Traingdx*

Pada Gambar 4.27 dapat dilihat bahwa ditemukan dalam 1000 kali *iterasi*. Pada percobaan ini, jenis pelatihan yang digunakan adalah *Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR (Traingdx)*, *Performance* yang dihasilkan 0,0227 sedangkan *gradient* 0,0148. Sedangkan grafik pada training ini dapat dilihat pada gambar 4.28 dibawah ini.

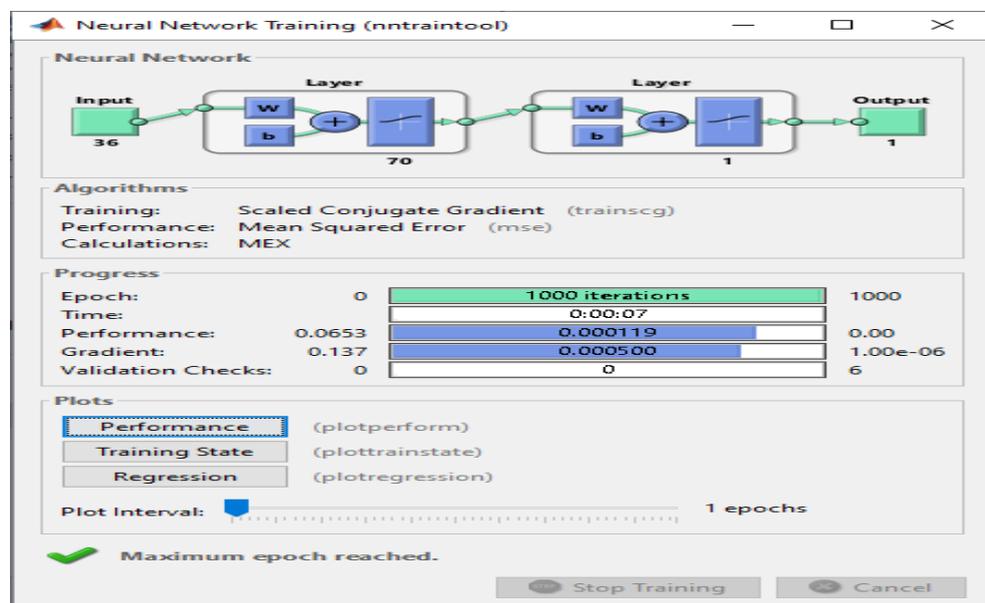


Gambar 4.28 Grafik Fungsi *Traingdx* 36-70-1 Keluaran JST vs Target

Dari gambar 4.28 grafik diatas terlihat bahwa hasil *training* belum di dapatkan hasil yang akurat antara target dan keluaran JST. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan pada training 36-70-1 adalah 0.34045.

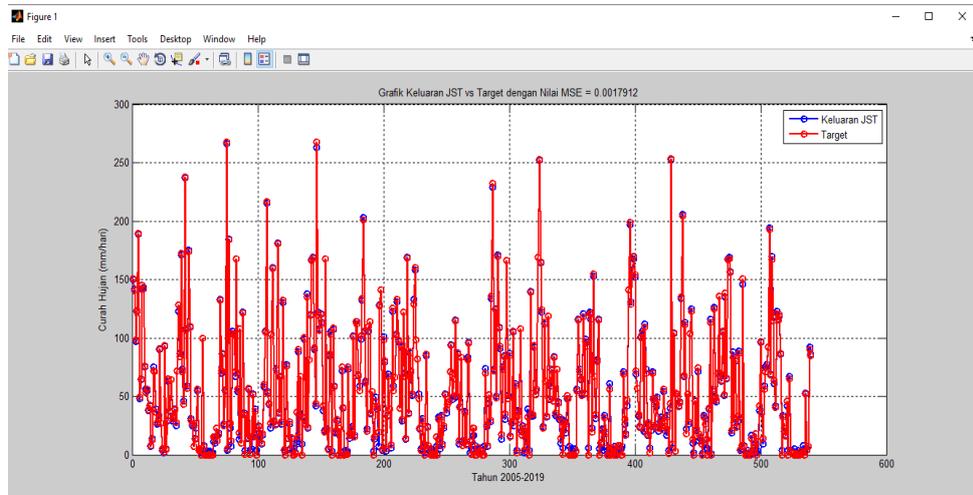
c. *Training* 36-70-1 Fungsi *Training Scaled Conjugate Gradient* (*Trainscg*)

Hasil *Training* 36-70-1 dengan fungsi *Training Scaled Conjugate Gradient* (*Trainscg*) dapat dilihat pada gambar 4.29 berikut:



Gambar 4.29 Hasil *Training* 36-70-1 dengan Fungsi *Trainscg*

Pada Gambar 4.29 dapat dilihat bahwa ditemukan dalam 1000 kali *iterasi*. Pada percobaan ini, jenis pelatihan yang digunakan adalah *Training Scaled Conjugate Gradient* (*Trainscg*), *Performance* yang dihasilkan 0,000119 sedangkan *Gradient* 0,000500. Sedangkan grafik pada training ini dapat dilihat dibawah ini.

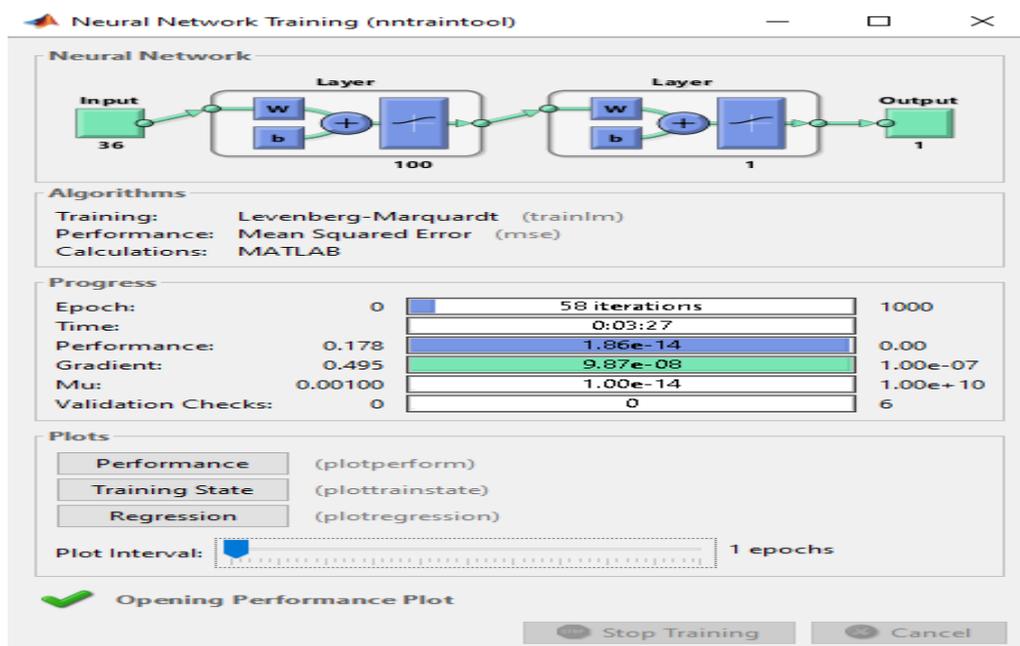


Gambar 4.30 Grafik Fungsi Trainscg 36-70-1 Keluaran JST vs Target

Dari gambar 4.30 grafik diatas terlihat bahwa dari hasil training belum di dapatkan hasil yang akurat antara target dan keluaran JST. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan pada training 36-70-1 adalah 0.0017912.

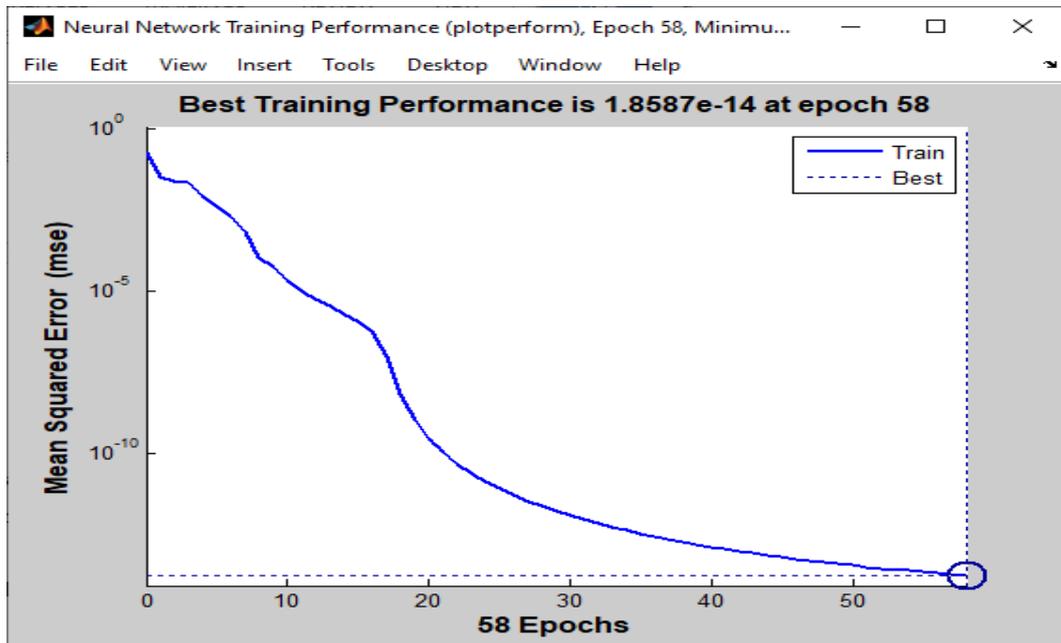
#### 4.1.4 Training Levenberg-Marquardt

Hasil *Training Levenberg-Marquardt* dapat dilihat pada gambar 4.31 berikut:



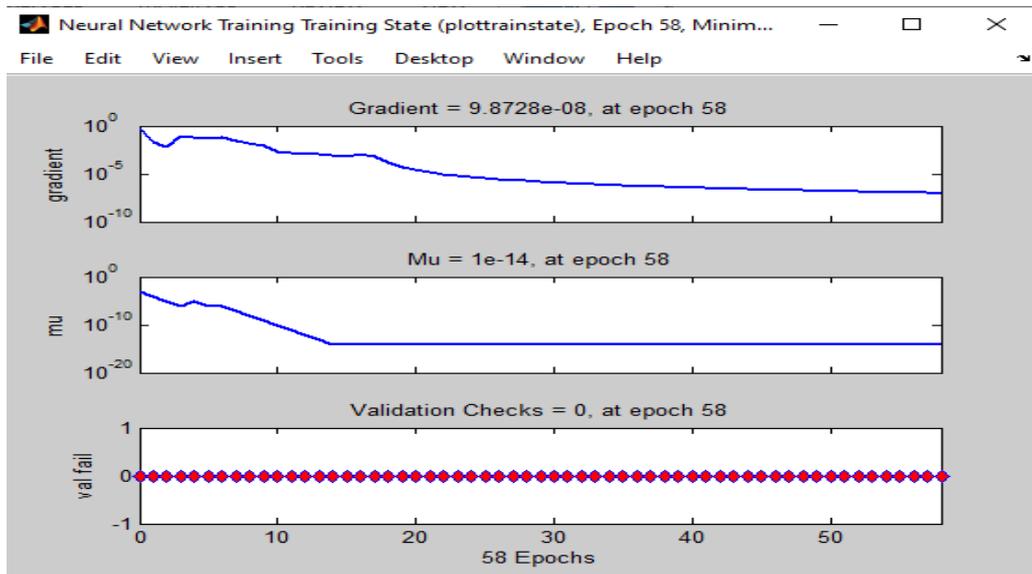
Gambar 4.31 Proses trainlm dengan menggunakan model jaringan

Pada Gambar 4.31 dapat dilihat bahwa ditemukan dalam 58 kali *iterasi*. Pada percobaan ini, jenis pelatihan yang digunakan adalah *Levenberg-Marquardt* Performance, yang menyatakan metode untuk menghentikan proses jika sudah mendekati real misalnya *Mean Squared Error* (MSE). *Epoch*, menyatakan jumlah perulangan pembelajaran. Pada sistem ini epoch 58 *iterasi*, berarti proses pembelajaran berhenti setelah perulangan sebanyak 58 kali. Time menyatakan waktu yang ditempuh oleh Matlab dalam melakukan pembelajaran. *Performance*, menyatakan kualitas hasil pembelajaran, semakin mendekati nol, kualitasnya makin baik. *Gradient*, merupakan kemiringan antara satu *iterasi* dengan *iterasi* berikutnya. Proses pembelajaran akan berhenti biasanya jika kemiringan sudah tidak berubah. *Validation check* bermaksud untuk mengecek apakah proses pembelajaran mengarah ke arah yang tepat atau sebaliknya atau menyimpang. Dari proses training diatas terlihat beberapa tombol untuk melihat plot performance.



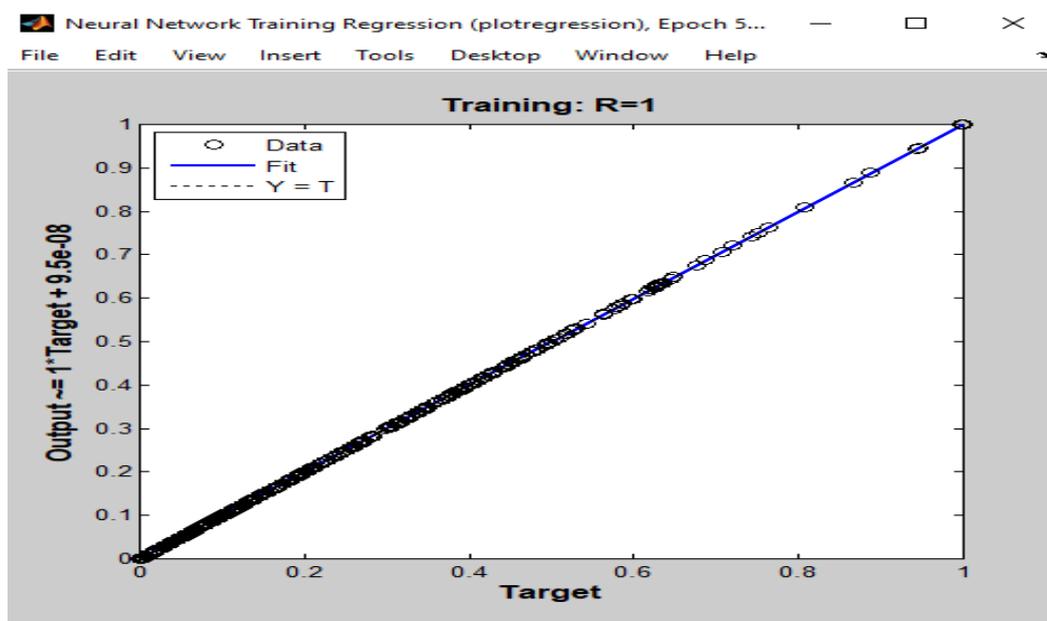
Gambar 4.32 Tampilan Plot Performance Trainlm

Pada Gambar 4.32 merupakan grafik hubungan antara epoch dengan MSE (*Mean Squarred Error*). Terlihat bahwa nilai MSE turun yang artinya *training* berhasil dengan ditemukannya *goal*.



Gambar 4.33 Tampilan Plot *Training State* Trainlm

Pada Gambar 4.33 tampilan dari *training state*, terlihat ada grafik hubungan antara *epoch* dengan *gradient*, grafik hubungan antara *epoch* dengan *mu*, dan grafik hubungan antara *epoch* dengan *val fail*. Nilai gradien pada proses *training* ini sebesar  $9.8728e-08$ , nilai *mu* sebesar  $1e-14$ , dan *validation checks* sebesar 0.



Gambar 4.34 Tampilan Plot *Regresion* Trainlm

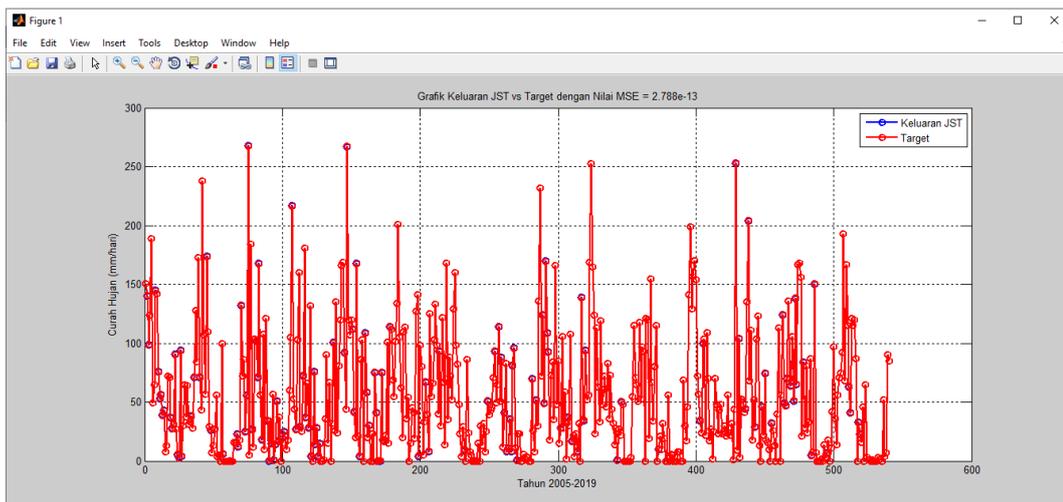
Gambar 4.34 merupakan *plot regression* pada proses *preprocessing*, pada gambar target dengan *output* nilainya berkisar antara 0.1 – 0.9, hal ini terjadi karena *output* dengan target dilakukan proses normalisasi data sehingga data *output* dan target berada pada diantara *range* (0.1-0.9).

Berikut ini hasil *training* data dengan menggunakan *train Levenberg-Marquardt* dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Hasil Pelatihan Trainlm Menggunakan JST Terhadap Target

Tahun	Hasil Pelatihan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Terhadap Target																																			
	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16	d17	d18	d19	d20	d21	d22	d23	d24	d25	d26	d27	d28	d29	d30	d31	d32	d33	d34	d35	d36
2005	151	141	98.6	124	189	49.4	64.9	145	142	75.7	53.5	56.4	38.7	42.8	7.6	12.8	72.1	71	37	28	30.9	91	27	5.4	2.6	94	4.2	30	64.9	37.2	64	31.2	33.2	38.4	27.7	71.5
2006	128	84.3	179	71.4	43	238	107	56.9	174	110	29.4	26.2	7	13.2	26.9	56.2	3.8	4.9	0	100	6.2	0	0	0	0	0.2	0	0	15.5	15	22.5	12.2	17.5	132	72.1	86.3
2007	24.6	35.7	268	4.8	184	26.8	11.9	104	102	71.4	168	56.1	18.5	108	10	121	34.4	0.3	34	15	56.5	0.5	14	51	17	37	0	15	24.5	20.6	9.8	17.7	60	105	217	52.6
2008	43.7	26.7	103	160	28.6	25.4	72.5	181	36.3	66.2	28.4	132	4.3	0	75.7	14.2	28.3	4.2	15	0	0	1	36	90	151	67	0	32	101	25.9	135	23.8	81.1	120	166	169
2009	91.6	43.9	268	120	107	120	112	41.6	19.7	168	21	4.2	86.3	103	0	109	58.4	20	30	0	23.1	0	75	41	0	0.2	0.2	75	17.7	16.5	22	101	15.4	114	112	68.6
2010	54.6	102	134	201	105	61.8	20	110	114	35.6	54	0	15.2	45.1	41	19.2	128	141	4.3	98	80.4	4.9	33	67	99	8.2	126	55	66	103	133	98.2	40	93.4	30.1	122
2011	67.1	13.8	168	35	88.1	72.1	52.1	129	160	98.5	82	48	23	3.6	29	9.4	0	86	24	8	5	0	0	0.2	0	15	0	30	13	32	8	25	51.1	39.2	43	45
2012	70.9	93.5	49	65	115	51	87.7	11.9	40.6	83.2	8.1	10.7	35.5	8.2	81.5	95.6	11	0.5	23	23	0	0	5.5	1.5	3.5	2.9	0	69.5	25.6	7.8	51.6	29.9	136	232	72	
2013	124	48.7	170	109	92.6	17.5	73	84	35	166	48	85	15.2	28.3	106	28	58.7	1.5	37	30	108	17	22	3.5	23	8.1	32	0	199	35	34.3	93.7	51.7	56.2	169	253
2014	165	124	23	113	63	33.3	119	48.2	61	72.4	46	83	35.7	73	44	32	14	28	0.5	27	22	50	48	0	0	0	0	3	55	115	71	65	51	118	53	
2015	97	93	0	121	120	19.2	155	67	34.2	80	115	0	10.3	21	10	31.6	19.3	0	0	56	0	6	5	0	0	0	8	8	0	69	30	17	46.3	141	199	
2016	129	157	170	154	72	56.7	34.4	23.8	100	104	22	109	70	17.3	27.4	1.7	25.2	70	48	23	43	48	23	25	30	21	56	24	21.9	32	1	44.2	254	9.1	104	3
2017	52.4	52	41	44.4	135	205	68	111	18	51.9	28.5	104	123	13	0	46.5	22	74.5	18	16	9.5	0	33	26	13	0	39.8	113	0	56	125	48.5	46.5	69.7	136	69.8
2018	63.5	106	51.1	139	65.5	167	168	156	21	83.6	27.8	81	23.5	33	87	4.5	7.5	151	7	0	0	0	2	0	14	2.5	6.5	18	0	11	42	97	36	14	56	71
2019	75	92	193	68.1	167	115	63.5	40.6	121	115	120	87	0	32.5	22.5	16	46	0	65	3	1	1	0	1	0	0	3	1	2	0	52	4	7	90	85	

Berdasarkan tabel 4.5 diatas terlihat bahwa hasil pelatihan/*training Levenberg-Marquardt* menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan *back propagation* terhadap target tahun 2005 – 2019 memiliki hasil akurasi cukup baik dimana hasil training dengan target memiliki hasil yang sama. Grafik keluaran jaringan syaraf tiruan *back propagation* terhadap target dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 4.35 Grafik Trainlm Keluaran JST vs Target

Dari gambar 4.35 grafik diatas terlihat bahwa terdapat dua garis dimana keluaran JST ditandai dengan garis biru dan target ditandai dengan garis merah. Terlihat

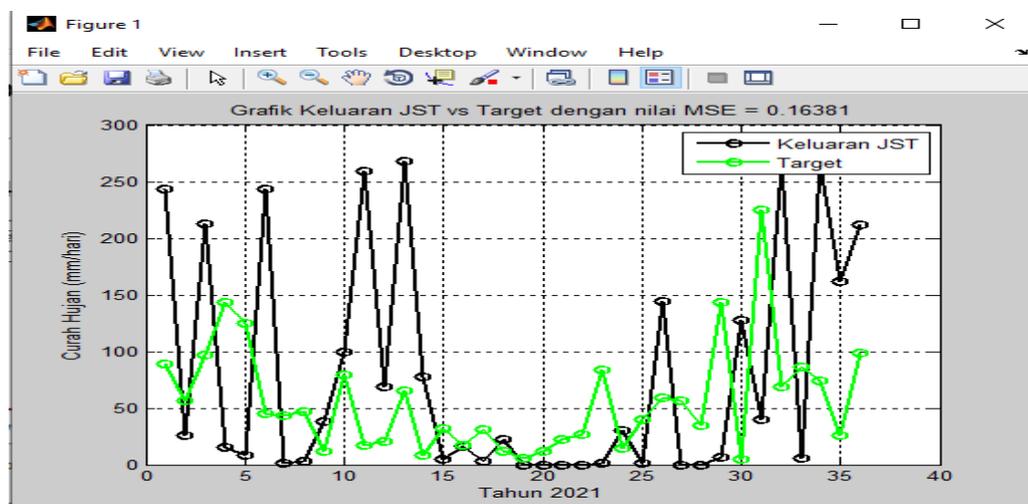
didalam grafik bahwa garis biru tertimpa dengan garis merah, artinya hasil training yang dilakukan memiliki nilai kesamaan antara hasil JST dengan target. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan adalah  $2.788e-13$ .

Selanjutnya akan dilakukan pengujian data tahun 2020 – 2021 terhadap data *training*. Output dari pengujian adalah untuk membandingkan hasil uji dengan target pada tahun 2021. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut ini:

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Trainlm Menggunakan JST Terhadap Target Tahun 2021

Hasil Pengujian Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Terhadap Target Tahun 2021																																				
	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16	d17	d18	d19	d20	d21	d22	d23	d24	d25	d26	d27	d28	d29	d30	d31	d32	d33	d34	d35	d36
Target	89	57	96,5	143	125	45	43	47	11,7	79	17	21	65	8	31,7	17	31	12	5,5	12	22	27	84	14	40	60	56,2	35	143	5	225	68,7	86,3	74,3	26	98,7
Hasil Uji	243	26	213	15	8	243	1	3	38	100	259	69	268	78	5	16	3	22	0	0	0	0	1	30	1	144	0	0	7	128	40	265	6	265	162	212

Dari hasil uji menggunakan *train Levenberg-Marquardt* dengan perhitungan jaringan syaraf tiruan Back Propagation didapatkan hasil yang berbeda antara target uji dengan hasil uji pada tahun 2021. Grafik dari hasil uji dapat dilihat pada gambar 4.36 dibawah ini:



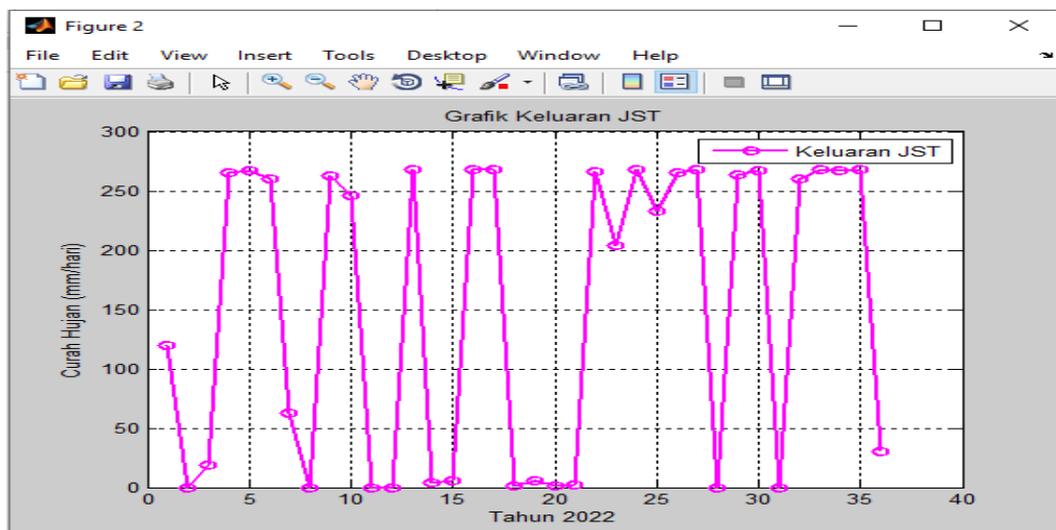
Gambar 4.36 Grafik Hasil Uji Trainlm Keluaran JST dengan Target Tahun 2021  
 Dari gambar 4.36 grafik diatas terlihat bahwa terdapat dua garis dimana keluaran JST ditandai dengan garis hitam dan target ditandai dengan garis hijau. Terlihat didalam grafik bahwa terdapat persamaan pola antara hasil pengujian jaringan syaraf tiruan dengan target. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan adalah 0.16381.

Setelah proses training dan pengujian sudah selesai maka langkah selanjutnya akan dilakukan prediksi curah hujan pada tahun 2022 menggunakan *train Levenberg-Marquardt*. Hasil perhitungan prediksi curah hujan pada tahun 2022 menggunakan jaringan syaraf tiruan *back propagation* dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7 Hasil Prediksi Curah Hujan Tahun 2022 Menggunakan Trainlm

Hasil Prediksi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Tahun 2022																																				
	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16	d17	d18	d19	d20	d21	d22	d23	d24	d25	d26	d27	d28	d29	d30	d31	d32	d33	d34	d35	d36
Hasil Prediksi	120	0	19	265	267	260	63	0	263	246	0	0	268	4	6	268	268	1	6	1	2	266	204	268	233	265	268	0	264	267	0	260	268	267	268	30

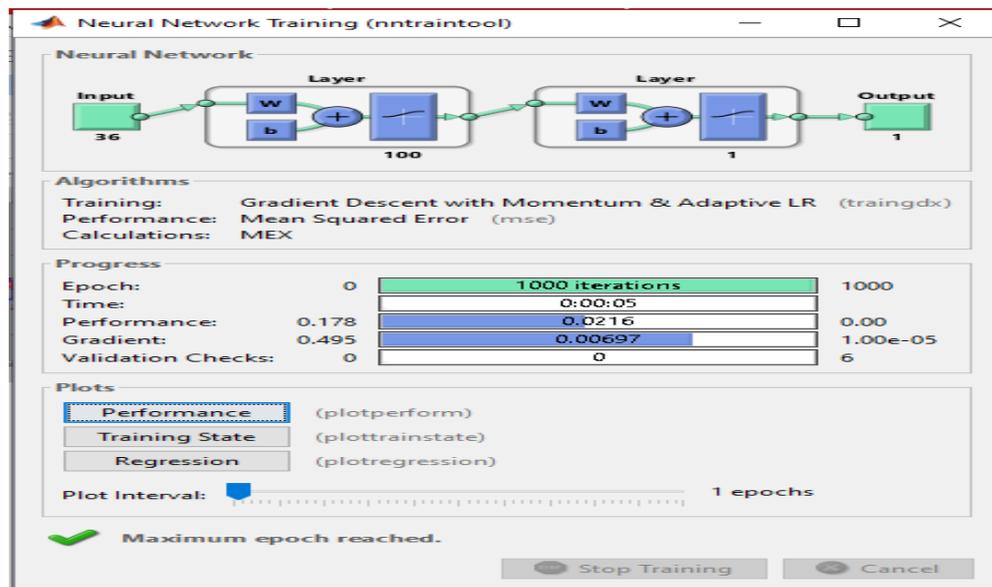
Hasil prediksi curah hujan terlihat bahwa curah hujan terendah adalah 0 yaitu pada dasarian 2, 8, 11, 12, 28, 31 dan curah hujan tertinggi 268 yaitu pada dasarian 13, 16, 17, 24, 27, 33, 35. Grafik prediksi curah hujan tahun 2022 dapat dilihat pada gambar 4.37 berikut:



Gambar 4.37 Grafik Hasil Prediksi Trainlm Keluaran JST Tahun 2022

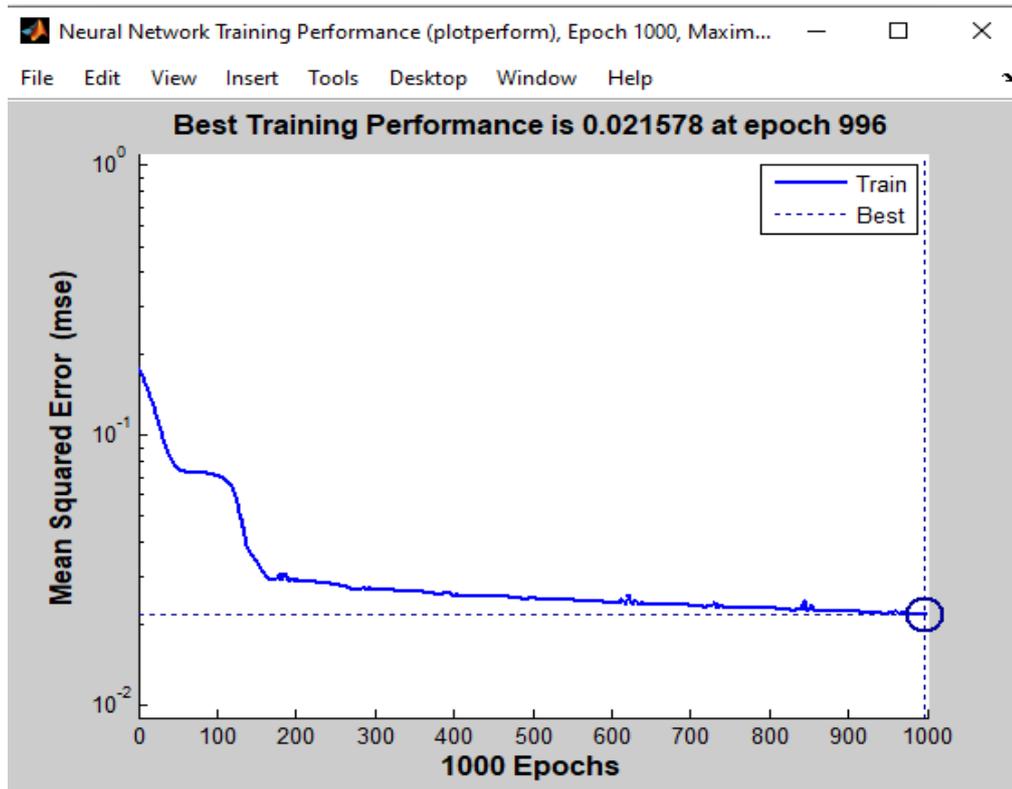
#### 4.1.5 Training Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR (Traingdx)

Hasil *Training Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR (Traingdx)* dapat dilihat pada gambar 4.38 berikut:



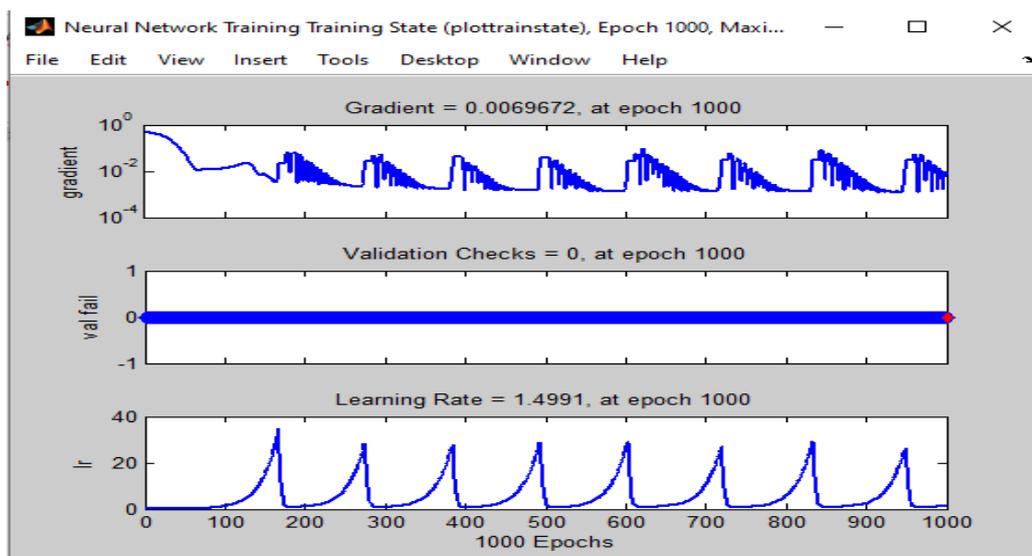
Gambar 4.38 Proses traingdx dengan menggunakan model jaringan

Pada Gambar 4.38 diatas dapat dilihat bahwa ditemukan dalam 1000 kali *iterasi*. Pada percobaan ini, jenis pelatihan yang digunakan adalah *Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR* (Traingdx) Performance, yang menyatakan metode untuk menghentikan proses jika sudah mendekati real misalnya *Mean Squared Error* (MSE). *Epoch*, menyatakan jumlah perulangan pembelajaran. Pada sistem ini epoch 1000 *iterasi*, berarti proses pembelajaran berhenti setelah perulangan sebanyak 1000 kali. Time menyatakan waktu yang ditempuh oleh Matlab dalam melakukan pembelajaran. *Performance*, menyatakan kualitas hasil pembelajaran, makin mendekati nol, kualitasnya makin baik. *Gradient*, merupakan kemiringan antara satu *iterasi* dengan *iterasi* berikutnya. Proses pembelajaran akan berhenti biasanya jika kemiringan sudah tidak berubah. *Validation check* bermaksud untuk mengecek apakah proses pembelajaran mengarah ke arah yang tepat atau sebaliknya menyimpang. Dari proses traning diatas terlihat beberapa tombol untuk melihat plot performance.



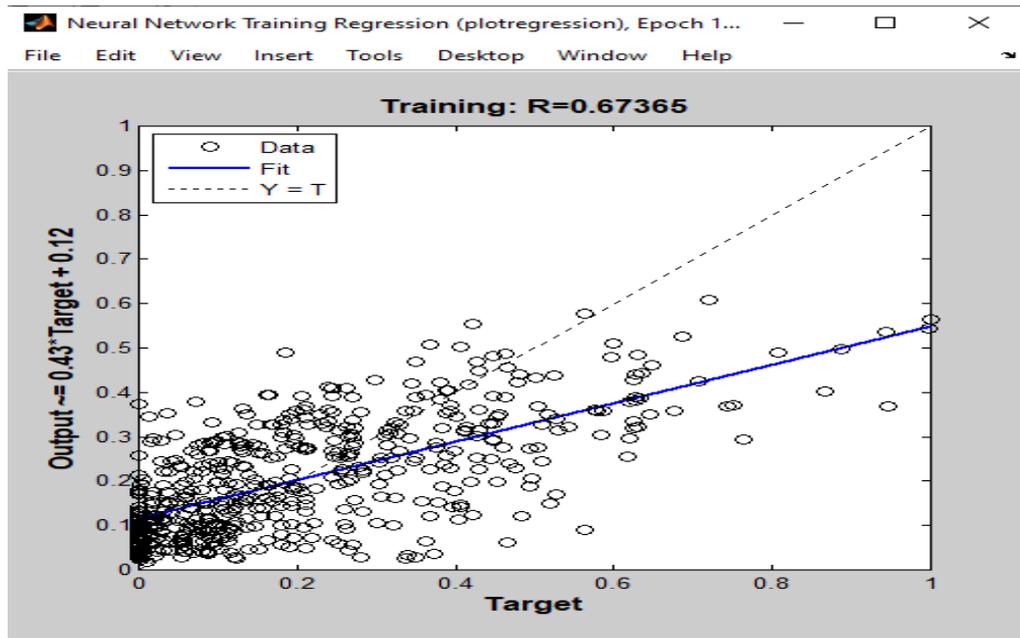
Gambar 4.39 Tampilan Plot Performance Traingdx

Pada Gambar 4.39 merupakan grafik hubungan antara epoch dengan MSE (*Mean Squarred Error*) dengan nilai 0.021578 dan epoch 996. Terlihat bahwa nilai MSE turun yang artinya *training* berhasil dengan ditemukannya *goal*.



Gambar 4.40 Tampilan Plot *Training State* Traingdx

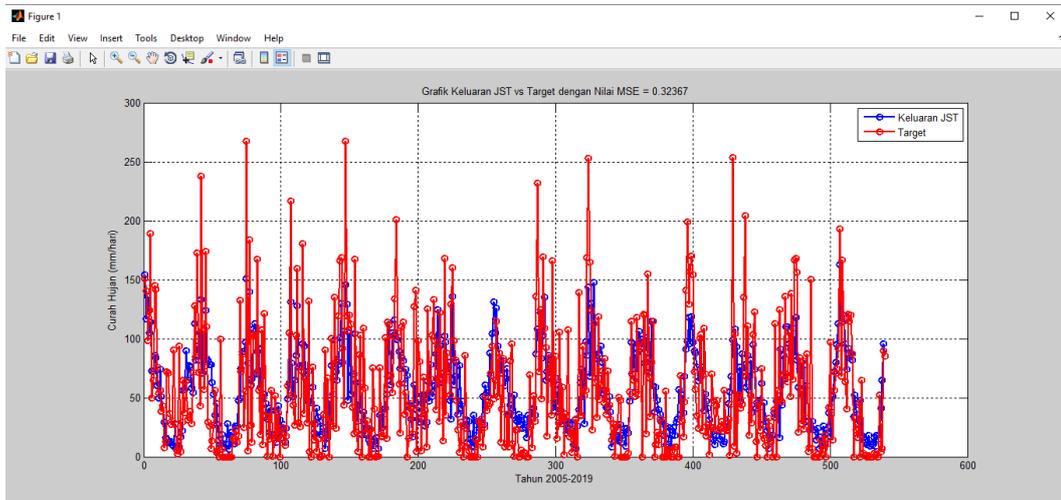
Pada Gambar 4.40 diatas tampilan dari *training state*, terlihat ada grafik hubungan antara *epoch* dengan *gradient*, grafik hubungan antara *epoch* dengan *validation*, dan grafik hubungan antara *epoch* dengan *learning rate*. Nilai gradien pada proses *training* ini sebesar 0.0069672, nilai *validation checks* sebesar 0, dan *learning rate* sebesar 1.4991.



Gambar 4.41 Tampilan Plot *Regression* Traingdx

Gambar 4.41 diatas merupakan *plot regression* pada proses *preprocessing*, pada gambar target dengan *output* nilainya berkisar antara 0.1 – 0.9, hal ini terjadi karena *output* dengan target dilakukan proses normalisasi data sehingga data *output* dan target berada pada diantara *range* (0.1-0.9).

Berikut ini hasil *training* data dengan menggunakan *Training Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR* (Traingdx) dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4.42 Grafik Traingdx Keluaran JST vs Target

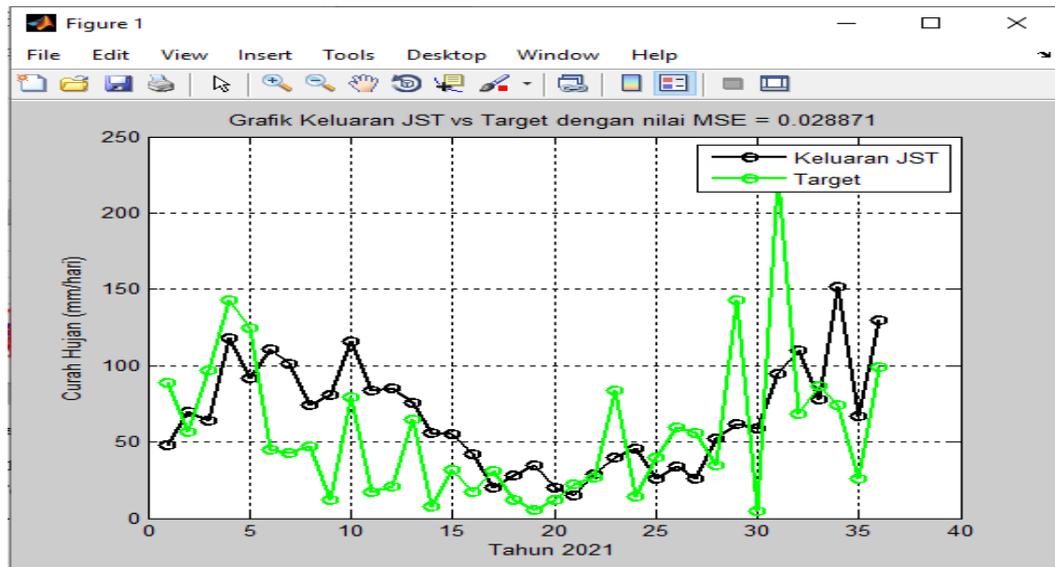
Dari gambar 4.42 grafik diatas terlihat bahwa terdapat dua garis dimana keluaran JST ditandai dengan garis biru dan target ditandai dengan garis merah. Terlihat didalam grafik bahwa antara hasil JST dengan target memiliki perbedaan. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan adalah 0.32367.

Selanjutnya akan dilakukan pengujian data tahun 2020 – 2021 terhadap data *training*. Output dari pengujian adalah untuk membandingkan hasil uji dengan target pada tahun 2021. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut ini:

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Traingdx Menggunakan JST Terhadap Target Tahun 2021

Hasil Pengujian Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Tahun 2021																																				
	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16	d17	d18	d19	d20	d21	d22	d23	d24	d25	d26	d27	d28	d29	d30	d31	d32	d33	d34	d35	d36
Target	89	57	96,5	143	125	45	43	47	11,7	79	17	21	65	8	31,7	17	31	12	5,5	12	22	27	84	14	40	60	56,2	35	143	5	225	68,7	86,3	74,3	26	98,7
Hasil uji	48	70	64	118	92	111	101	74	81	116	84	85	76	56	55	42	20	28	35	20	15	29	40	46	26	34	26	52	62	59	95	110	78	152	67	130

Dari hasil uji menggunakan *Training Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR* (Traingdx) dengan perhitungan jaringan syaraf tiruan *Back Propagation* didapatkan hasil yang berbeda antara target uji dengan hasil uji pada tahun 2021. Grafik dari hasil uji dapat dilihat pada gambar 4.43 dibawah ini:



Gambar 4.43 Grafik Hasil Uji Traingdx Keluaran JST dengan Target Tahun 2021

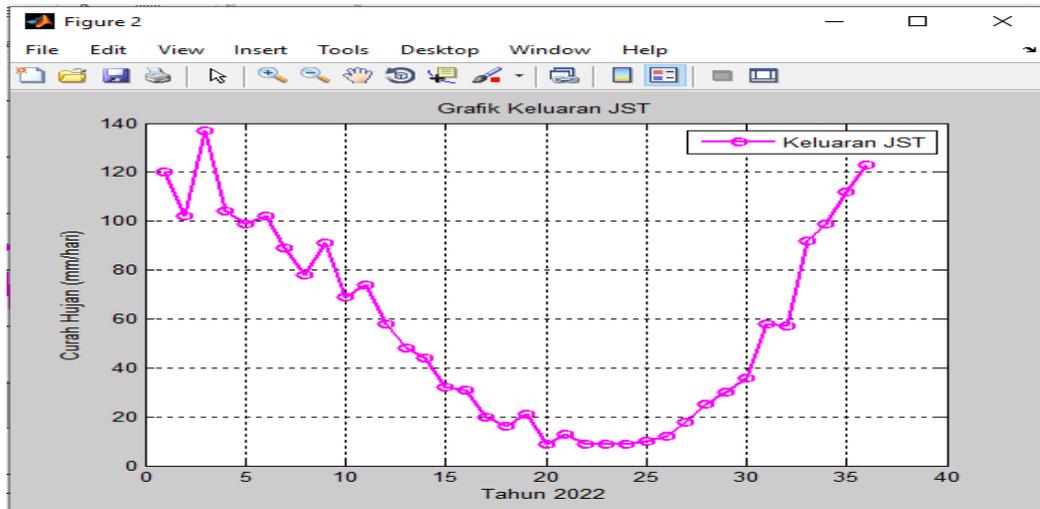
Dari gambar 4.43 grafik diatas terlihat bahwa terdapat dua garis dimana keluaran JST ditandai dengan garis hitam dan target ditandai dengan garis hijau. Terlihat didalam grafik bahwa terdapat perbedaan antara hasil pengujian jaringan syaraf tiruan dengan target. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan adalah 0.028871.

Setelah proses training dan pengujian sudah selesai maka langkah selanjutnya akan dilakukan prediksi curah hujan pada tahun 2022 menggunakan *Training Gradient Descent With Momentum & Adaptive LR* (Traingdx). Hasil perhitungan prediksi curah hujan pada tahun 2022 menggunakan jaringan syaraf tiruan *back propagation* dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut:

Tabel 4.9 Hasil Prediksi Curah Hujan Tahun 2022 Menggunakan Traingdx

Hasil Prediksi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Tahun 2022																																				
	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16	d17	d18	d19	d20	d21	d22	d23	d24	d25	d26	d27	d28	d29	d30	d31	d32	d33	d34	d35	d36
Hasil Prediksi	120	102	137	104	99	102	89	78	91	69	74	58	48	44	32	31	20	16	21	9	13	9	9	9	10	12	18	25	30	36	58	57	92	99	112	123

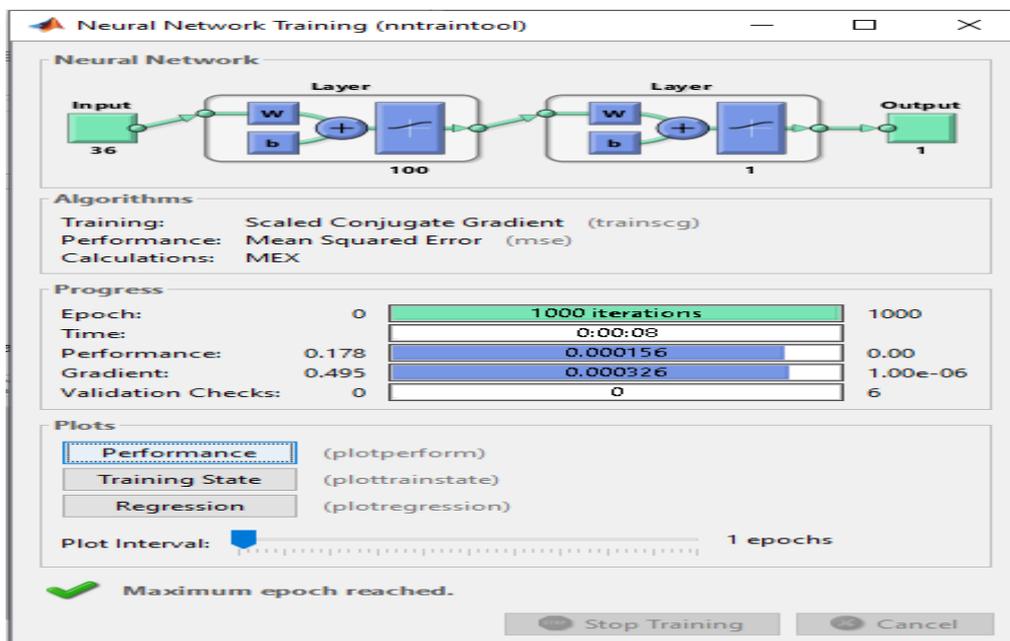
Hasil prediksi curah hujan terlihat bahwa curah hujan terendah adalah 9 yaitu pada dasarian 20, 22, 23, 24, 28, 31 dan curah hujan tertinggi 137 yaitu pada dasarian 3. Grafik prediksi curah hujan tahun 2022 dapat dilihat pada gambar 4.44 berikut:



Gambar 4.44 Grafik Hasil Prediksi Traingdx Keluaran JST Tahun 2022

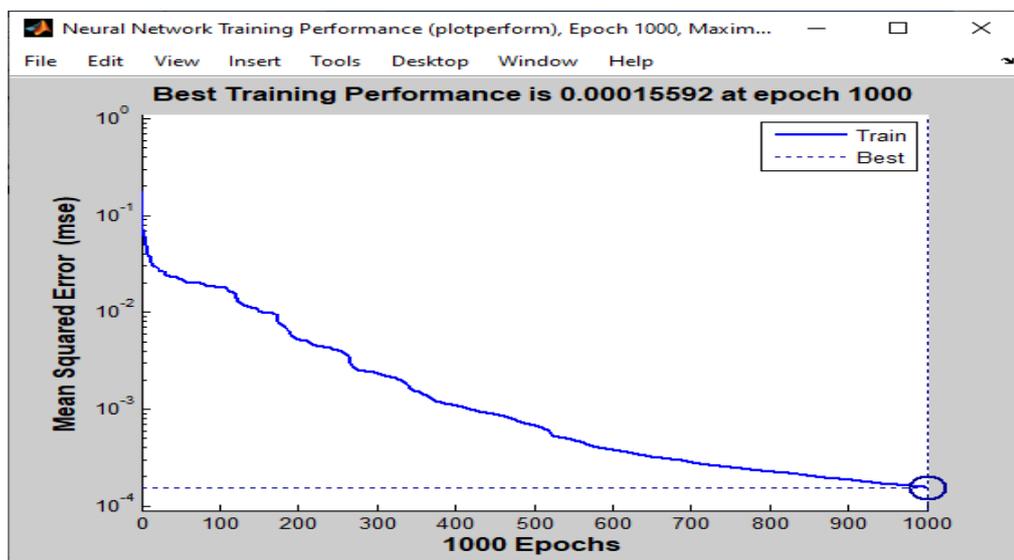
#### 4.1.6 Training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)

Hasil *Training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)* dapat dilihat pada gambar 4.45 berikut:



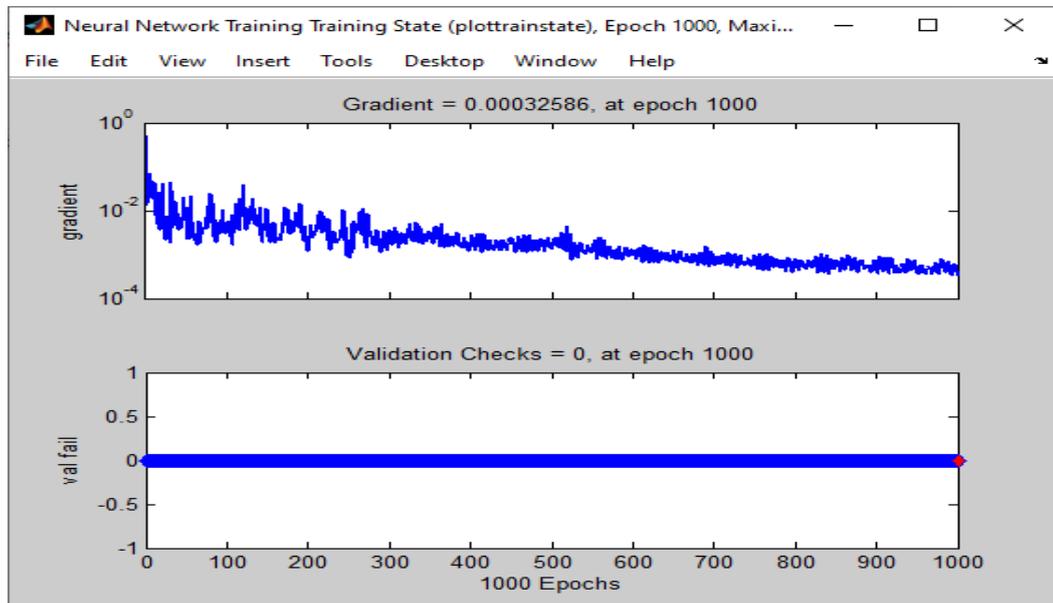
Gambar 4.45 Proses trainscg dengan menggunakan model jaringan. Pada Gambar 4.45 dapat dilihat bahwa ditemukan dalam 1000 kali *iterasi*. Pada percobaan ini, jenis pelatihan yang digunakan adalah *Training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)* *Performance*, yang menyatakan metode untuk

menghentikan proses jika sudah mendekati real misalnya *Mean Squared Error* (MSE). *Epoch*, menyatakan jumlah perulangan pembelajaran. Pada sistem ini epoch 1000 *iterasi*, berarti proses pembelajaran berhenti setelah perulangan sebanyak 1000 kali. *Time* menyatakan waktu yang ditempuh oleh Matlab dalam melakukan pembelajaran. *Performance*, menyatakan kualitas hasil pembelajaran, makin mendekati nol, kualitasnya makin baik. *Gradient*, merupakan kemiringan antara satu *iterasi* dengan *iterasi* berikutnya. Proses pembelajaran akan berhenti biasanya jika kemiringan sudah tidak berubah. *Validation check* bermaksud untuk mengecek apakah proses pembelajaran mengarah ke arah yang tepat atau sebaliknya menyimpang. Dari proses training diatas terlihat beberapa tombol untuk melihat plot performance.



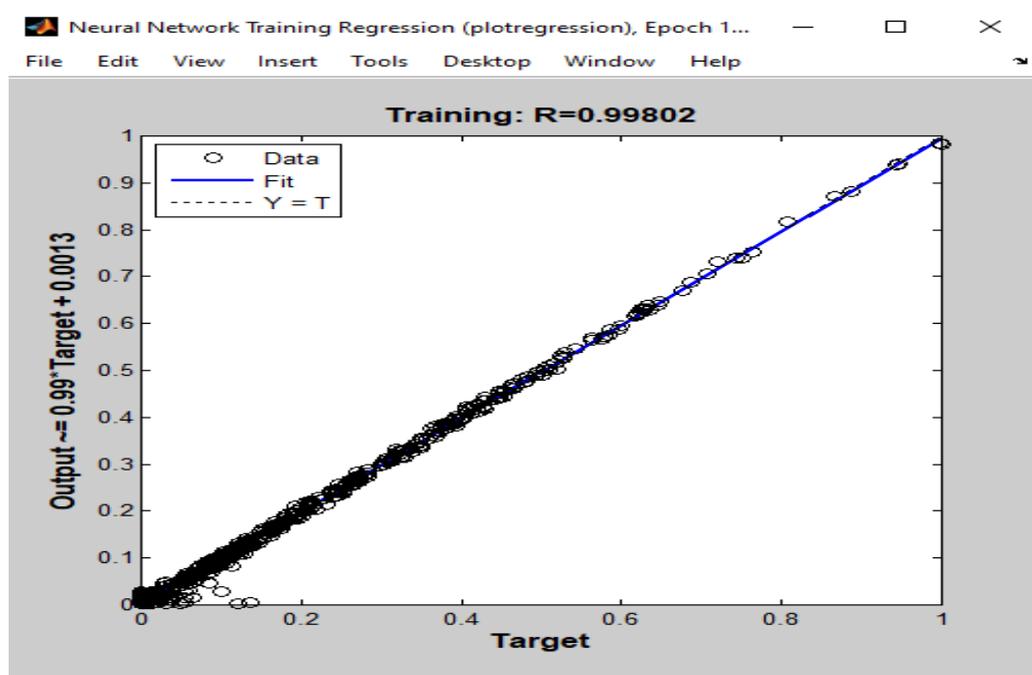
Gambar 4.46 Tampilan Plot Performance Trainscg

Pada Gambar 4.46 merupakan grafik hubungan antara epoch dengan MSE (*Mean Squarred Error*) dengan nilai 0.00015592 dan epoch 1000. Terlihat bahwa nilai MSE turun yang artinya *training* berhasil dengan ditemukannya *goal*.



Gambar 4.47 Tampilan Plot *Training State* Trainscg

Pada Gambar 4.47 tampilan dari *training state*, terlihat ada grafik hubungan antara *epoch* dengan *gradient*, grafik hubungan antara *epoch* dengan *validation*. Nilai gradien pada proses *training* ini sebesar 0.00032586 dan nilai *validation checks* sebesar 0.



Gambar 4.48 Tampilan Plot *Regression* Trainscg

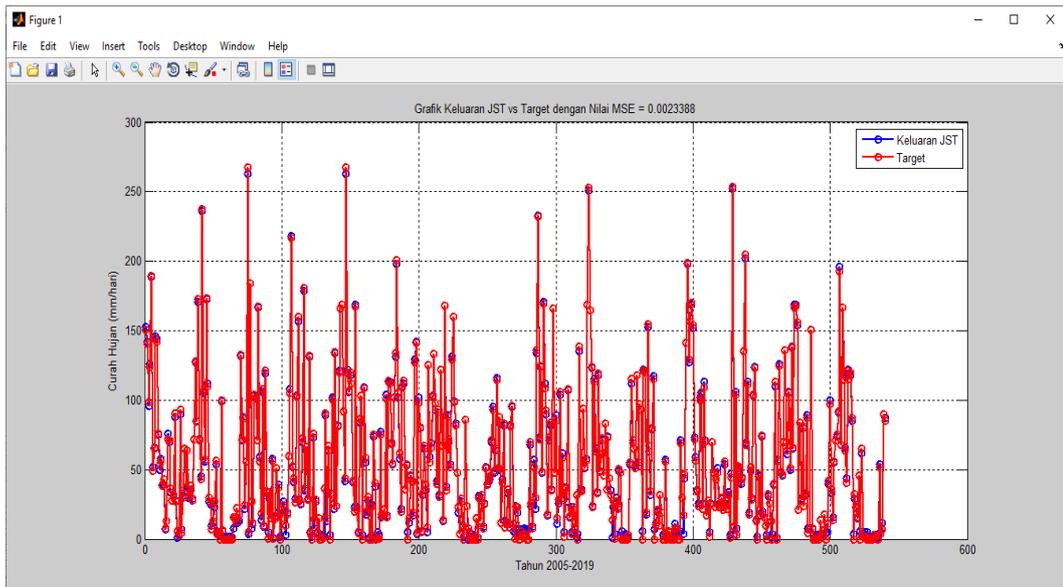
Gambar 4.48 diatas merupakan *plot regression* pada proses *preprocessing*, pada gambar target dengan *output* nilainya berkisar antara 0.1 – 0.9, hal ini terjadi karena *output* dengan target dilakukan proses normalisasi data sehingga data *output* dan target berada pada diantara *range* (0.1-0.9).

Berikut ini hasil *training* data dengan menggunakan *Training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)* dapat dilihat pada tabel 4.10 berikut:

Tabel 4.10 Hasil Pelatihan Trainscg Menggunakan JST Terhadap Target

Tahun	Hasil Pelatihan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Terhadap Target																																			
	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16	d17	d18	d19	d20	d21	d22	d23	d24	d25	d26	d27	d28	d29	d30	d31	d32	d33	d34	d35	d36
2005	153	142	96	126	189	52	66	146	144	75	50	58	39	99	7	13	76	70	34	28	32	88	28	1	4	90	7	31	65	35	64	30	35	36	29	72
2006	127	85	171	72	45	236	105	56	175	112	27	25	10	32	23	54	6	3	3	99	6	1	2	2	1	2	1	8	16	12	12	13	132	71	88	
2007	22	56	263	4	184	8	11	103	101	71	167	59	14	106	9	119	34	5	29	18	58	1	16	51	19	39	2	15	27	20	3	19	60	108	218	52
2008	41	29	103	157	28	25	70	179	35	64	29	131	5	2	73	8	27	5	15	4	3	2	2	89	13	64	3	33	102	22	134	24	82	121	166	169
2009	92	42	263	122	106	118	112	41	23	169	23	5	84	103	3	109	55	18	28	1	25	1	74	38	2	5	3	77	16	17	22	104	17	113	113	69
2010	54	102	131	198	102	58	22	109	112	36	53	5	12	46	42	17	129	142	4	102	80	6	32	65	35	5	125	59	69	103	133	98	42	91	32	122
2011	67	13	168	38	89	70	54	131	160	99	83	48	19	4	27	9	2	86	24	0	4	2	2	2	3	15	1	31	13	30	9	26	52	40	42	44
2012	70	95	48	64	116	50	84	12	43	82	13	12	33	11	82	95	6	5	24	19	7	3	7	4	8	7	7	7	68	24	9	57	22	134	233	73
2013	124	48	171	112	90	17	71	82	36	166	48	89	11	26	104	29	62	5	37	27	107	16	23	5	21	7	1	4	185	36	36	94	51	58	169	251
2014	165	133	24	115	65	34	118	49	61	71	46	83	36	74	44	35	1	23	4	30	23	49	48	6	3	3	4	2	2	54	112	69	65	53	118	55
2015	97	93	6	122	121	18	153	63	32	79	117	7	12	20	10	32	19	3	3	57	3	3	5	1	3	1	11	5	5	6	71	30	4	44	141	198
2016	127	157	169	152	73	59	35	26	102	105	25	113	71	17	28	5	26	70	48	23	43	51	25	26	29	23	54	25	22	34	3	47	252	4	106	8
2017	49	51	40	44	135	202	69	113	19	49	30	103	124	14	2	45	17	74	20	16	10	3	31	26	1	4	39	110	1	57	126	48	46	70	136	70
2018	61	106	50	138	65	169	169	154	21	84	29	80	24	32	89	8	7	151	8	3	2	3	1	1	4	3	4	18	5	5	40	100	33	16	55	71
2019	74	91	196	68	167	119	66	44	122	119	118	85	4	29	23	15	46	6	62	4	5	3	5	2	1	1	0	1	1	3	1	54	5	12	90	87

Berdasarkan tabel diatas terlihat bahwa hasil pelatihan/*training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)* menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan *back propagation* terhadap target tahun 2005 – 2019 memiliki hasil akurasi cukup baik dimana hasil training dengan target memiliki perbedaan hasil yang relatif kecil. Grafik keluaran jaringan syaraf tiruan *back propagation* terhadap target dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 4.49 Grafik Trainscg Keluaran JST vs Target

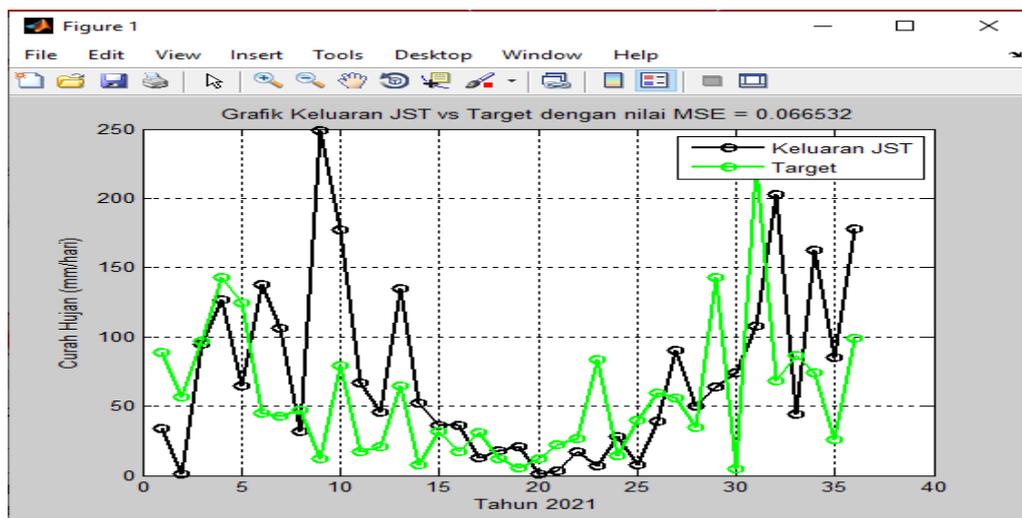
Dari gambar 4.49 grafik diatas terlihat bahwa terdapat dua garis dimana keluaran JST ditandai dengan garis biru dan target ditandai dengan garis merah. Terlihat didalam grafik bahwa antara hasil JST dengan target memiliki perbedaan. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan adalah 0.0023388.

Selanjutnya akan dilakukan pengujian data tahun 2020 – 2021 terhadap data *training*. Output dari pengujian adalah untuk membandingkan hasil uji dengan target pada tahun 2021. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.11 berikut ini:

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Trainscg Menggunakan JST Terhadap Target Tahun 2021

Hasil Pengujian Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Tahun 2021																																				
	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16	d17	d18	d19	d20	d21	d22	d23	d24	d25	d26	d27	d28	d29	d30	d31	d32	d33	d34	d35	d36
Target	89	57	96,5	143	125	45	43	47	11,7	79	17	21	65	8	31,7	17	31	12	5,5	12	22	27	84	14	40	60	56,2	35	143	5	225	68,7	86,3	74,3	26	98,7
Hasil uji	34	1	95	127	65	138	106	32	249	177	67	46	135	52	36	36	13	18	21	1	3	17	7	28	8	39	90	50	64	74	108	203	44	163	85	178

Dari hasil uji menggunakan *Training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)* dengan perhitungan jaringan syaraf tiruan *Back Propagation* didapatkan hasil yang berbeda antara target uji dengan hasil uji pada tahun 2021. Grafik dari hasil uji dapat dilihat pada gambar 4.50 dibawah ini:



Gambar 4.50 Grafik Hasil Uji Trainscg Keluaran JST dengan Target Tahun 2021

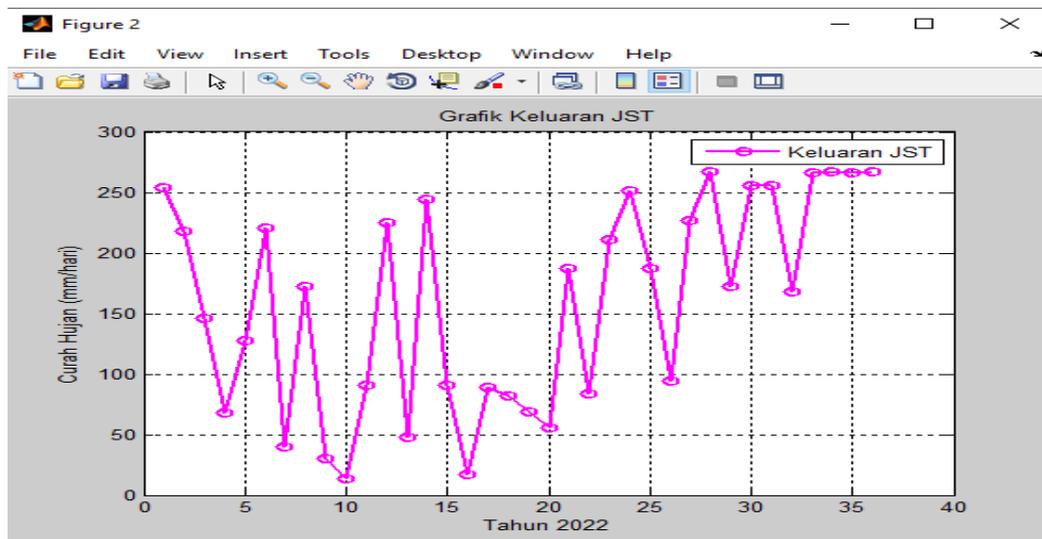
Dari gambar 4.50 grafik diatas terlihat bahwa terdapat dua garis dimana keluaran JST ditandai dengan garis hitam dan target ditandai dengan garis hijau. Terlihat didalam grafik bahwa terdapat perbedaan antara hasil pengujian jaringan syaraf tiruan dengan target. Hasil *mean squared error* (MSE) yang didapatkan adalah 0.066532.

Setelah proses training dan pengujian sudah selesai maka langkah selanjutnya akan dilakukan prediksi curah hujan pada tahun 2022 menggunakan *Training Scaled Conjugate Gradient (Trainscg)*. Hasil perhitungan prediksi curah hujan pada tahun 2022 menggunakan jaringan syaraf tiruan *back propagation* dapat dilihat pada tabel 4.12 berikut:

Tabel 4.12 Hasil Prediksi Curah Hujan Tahun 2022 Menggunakan Trainscg

Hasil Prediksi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Tahun 2022																																				
	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16	d17	d18	d19	d20	d21	d22	d23	d24	d25	d26	d27	d28	d29	d30	d31	d32	d33	d34	d35	d36
Hasil Prediksi	254	218	146	68	128	221	40	172	30	14	91	225	48	244	91	17	89	82	69	56	187	84	211	251	187	94	227	267	172	256	256	168	266	267	266	267

Hasil prediksi curah hujan terlihat bahwa curah hujan terendah adalah 14 yaitu pada dasarian 10 dan curah hujan tertinggi 267 yaitu pada dasarian 28, 34 dan 36. Grafik prediksi curah hujan tahun 2022 dapat dilihat pada gambar 4.51 berikut:



Gambar 4.51 Grafik Hasil Prediksi Trainscg Keluaran JST Tahun 2022