

# APLIKASI JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK MEMPREDIKSI CURAH HUJAN PADA KANTOR STASIUN METEOROLOGI HANG NADIM BATAM

Nia Ekawati

Universitas Putera Batam

Jalan R. Soeprapto, Muka Kuning, Batam

Email : niaekawati1@gmail.com

## ABSTRAK

Indonesia terkenal dengan Negara yang beriklim tropis. Selain dari itu, Indonesia memiliki daratan yang luas tetapi memiliki luas laut yang tidak kalah luas dari daratannya, selain itu Indonesia tentunya memiliki curah hujan yang cukup tinggi, dilihat dari sekeliling Indonesia adalah lautan yang luas, sehingga proses penguapan dan pengumpulan awan-awan semakin cepat dan proses hujan pun akan terjadi dapat setiap hari. Negara tropis selalu memprediksi tiga kemungkinan, yakni : hujan, berawan dan panas/cerah. Curah hujan didapat menggunakan bantuan alat yang bernama *automatic weather station*. Alat tersebut disimpan di beberapa titik di pulau Batam, di antaranya adalah : Nongsa, Mukakuning, Jembatan 2 Barelang, Sekupang, Pagoda, Sei Beduk, Sengkuang, Punggur, dan Batu Ampar. Sehingga data yang di dapat dari setiap titik yang ada, dapat membantu petugas kantor stasiun meteorologi Hang Nadim Batam menginformasikan ke semua orang yang membutuhkan data tersebut. Jaringan syaraf tiruan banyak digunakan untuk menganalisis data yang kompleks dan untuk mengenali pola, dapat memberikan dukungan bagi pengambilan keputusan perkiraan curah hujan. Pada kantor stasiun meteorologi hang nadim batam, saat ini sudah memiliki data yang cukup baik, yang berguna bagi bagian departemen yang memerlukannya. Namun, ada perkiraan curah hujan yang ingin diprediksi seperti hari ini, esok, ataupun lusa.

Kata Kunci: *Curah Hujan, Automatic Weather Station, Jaringan Syaraf Tiruan.*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia terkenal dengan Negara yang beriklim tropis, dilihat dari letak geografis Negara Indonesia terletak di sekitar garis khatulistiwa. Negara tropis hanya memiliki dua

musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Selain dari itu, Indonesia memiliki daratan yang luas tetapi memiliki luas laut yang tidak kalah luas dari daratannya, selain itu Indonesia tentunya memiliki curah hujan yang cukup tinggi, dilihat dari sekeliling Indonesia adalah lautan yang luas, sehingga proses penguapan dan pengumpulan awan-awan semakin cepat dan proses hujan pun akan terjadi dapat setiap hari. Negara tropis selalu memprediksi tiga kemungkinan, yakni: hujan, berawan dan panas/cerah.

Pulau Batam salah satu dari daratan Indonesia yang memiliki luas  $\pm 1.040 \text{ km}^2$ , pulau yang merupakan bagian dari propinsi kepulauan riau, memiliki cuaca hujan yang cukup tinggi dilihat dari data yang ada pada kantor stasiun meteorologi Hang Nadim Batam, seperti yang terlihat di bawah ini:

**Tabel 1.** Data Curah Hujan Tiga Tahun Terakhir (satuan millimeter)

BULAN	2011	2012	2013	RATA2	MAX	MIN
JANUARI	624,9	80	116,0	264	624,9	80
FEBRUARI	8,9	80,3	285,8	119	285,8	8,9
MARET	91,1	301,5	39,0	142	301,5	39,0
APRIL	176,8	214,9	248,0	213	248,0	176,8
MAY	106	167,7	210,1	158	167,7	106
JUNI	211,9	90	102,9	135	211,9	90
JULI	68,8	158,8	269,7	166	269,7	68,8
AGUSTUS	158	110,6	103,7	124	158	103,7
SEPTEMBAR	211,1	175	130,4	172	211,1	175
OCTOBER	390,2	90,8	90,8	191	390,2	90,8
NOVEMBER	390,4	220,2	366,5	324	390,4	220,2
DESEMBER	249,9	207,7	215,9	224	249,9	207,7
Jumlah	28,2	220,2	281	20,2	249,9	80

Sumber: Kantor Stasiun Meteorologi Hang Nadim Batam (2015)

Curah hujan didapat menggunakan bantuan alat yang bernama *automatic weather station*. Alat tersebut disimpan di beberapa titik di pulau Batam, diantaranya di Nongsa, Mukakuning, Jembatan 2 Barelang, Sekupang, Pagoda, Sei Beduk, Sengkuang, Punggur, dan Batu Ampar. Sehingga data yang didapat dari setiap titik, dapat membantu petugas kantor stasiun meteorologi Hang Nadim Batam menginformasikan ke semua orang yang membutuhkan data tersebut.

Berdasarkan penelitian Indrabayu [3] diperoleh fakta : Indonesia merupakan negara yang dilewati oleh garis khatulistiwa serta dikelilingi oleh dua samudera dan dua benua. Posisi ini menjadikan Indonesia sebagai daerah pertemuan sirkulasi meridional (Utara-Selatan) dikenal sebagai Sirkulasi Hadley dan sirkulasi zonal (Timur-Barat) dikenal sebagai Sirkulasi Walker, dua sirkulasi yang sangat mempengaruhi keragaman iklim di Indonesia. Pergerakan matahari yang berpindah dari  $23.5^{\circ}$  Lintang Utara ke  $23.5^{\circ}$  Lintang Selatan sepanjang tahun mengakibatkan timbulnya aktivitas monsoon yang juga ikut berperan dalam mempengaruhi keragaman iklim. Pengaruh lokal terhadap keragaman iklim juga tidak dapat diabaikan, karena Indonesia merupakan negara kepulauan dengan bentuk topografi sangat beragam menyebabkan sistem golakan lokal cukup dominan. Faktor lain yang diperkirakan ikut berpengaruh terhadap keragaman iklim di Indonesia ialah gangguan siklon tropis. Semua aktivitas dan sistem ini berlangsung secara bersamaan sepanjang tahun akan tetapi besar pengaruh dari masing-masing aktivitas atau sistem tersebut tidak sama dan dapat berubah dari tahun ke tahun.

Jaringan syaraf tiruan banyak digunakan untuk menganalisis data yang kompleks dan untuk mengenali pola, dapat memberikan dukungan bagi pengambilan keputusan perkiraan curah hujan, seperti contoh adalah peramalan. Pada kantor stasiun meteorologi hang nadim batam, saat ini sudah memiliki data yang cukup baik, yang berguna untuk bagian departemen yang memerlukannya. Namun, ada perkiraan curah hujan yang ingin diramalkan, seperti hujan di Pulau Batam termasuk kategori hujan yang ringan, sedang ataupun lebat.

Berdasarkan penelitian Sinaga [1] diperoleh fakta : Dalam proses penentuan konsentrasi program studi menggunakan aplikasi jaringan syaraf tiruan. Data akan dibagi menjadi dua bagian, data pertama untuk proses pelatihan dan data kedua untuk proses pengujian. Proses pelatihan bertujuan untuk mengenali atau mencari goal yang diharapkan dengan menggunakan banyak pola, sehingga akan dapat menghasilkan mana pola yang terbaik untuk melatih data tersebut. Setelah pelatihan mencapai goal berdasarkan pola yang terbaik maka akan dilakukan pengujian dengan data yang baru untuk melihat keakuratan antara target dengan menggunakan *software* matlab 6.1. Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan *software* matlab 6.1 dapat mempercepat proses penentuan konsentrasi

program studi bagi calon mahasiswa baru STMIK Budi darma Medan.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka penelitian ini menentukan tujuan khusus adalah mengaplikasikan jaringan syaraf tiruan untuk memprediksi curah hujan pada kantor stasiun meteorologi hang nadim batam.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Keragaman Hujan

Kepulauan Riau merupakan wilayah negara Indonesia yang berbentuk kepulauan dan dilewati garis khatulistiwa. Wilayah negara Indonesia dilewati oleh garis khatulistiwa serta dikelilingi oleh dua Samudra dan dua Benua. Posisi ini menjadikan Indonesia sebagai daerah pertemuan sirkulasi meridional (Utara-Selatan) dikenal sebagai Sirkulasi Hadley dan sirkulasi zonal (Timur-Barat) dikenal sebagai Sirkulasi Walker, dua sirkulasi yang sangat mempengaruhi keragaman iklim di Indonesia.

Pergerakan matahari yang berpindah dari  $23.5^{\circ}$  Lintang Utara ke  $23.5^{\circ}$  Lintang Selatan sepanjang tahun mengakibatkan timbulnya aktivitas monsun yang juga ikut berperan dalam mempengaruhi keragaman iklim. Pengaruh lokal terhadap keragaman iklim juga tidak dapat diabaikan, karena Kepri merupakan kepulauan dengan bentuk topografi sangat beragam menyebabkan sistem golakan lokal cukup dominan. Faktor lain yang diperkirakan ikut berpengaruh terhadap keragaman iklim ialah gangguan siklon tropis. Semua aktivitas dan sistem ini berlangsung secara bersamaan sepanjang tahun akan tetapi besar pengaruh dari masing-masing aktivitas atau sistem tersebut tidak sama dan dapat berubah dari tahun ke tahun.

El-Nino dan La-Nina merupakan salah satu akibat dari penyimpangan iklim. Fenomena ini akan menyebabkan penurunan dan peningkatan jumlah curah hujan untuk beberapa daerah di Indonesia. Pengaruh El-Nino kuat pada daerah yang berpola hujan monsun, lemah pada daerah berpola hujan equatorial dan tidak jelas pada daerah dengan pola hujan lokal, sedangkan IOD (*Indian Ocean Dipole*) hanya berpengaruh jelas pada daerah berpola hujan monsun.

Selain akibat pengaruh fluktuasi suhu permukaan laut di samudera pasifik (*El Nino-Southern Oscillation/ENSO*) dan Samudera Hindia (*Indian Ocean Dipole / IOD*), fenomena fase aktif osilasi intra-musiman yang dikenal sebagai MJO (*Madden-Julian Oscillation*) juga mempengaruhi keragaman hujan di Indonesia.

MJO akan menyebabkan terjadinya variasi pada pola angin, SML (Suhu Muka Laut), awan dan hujan. Fase aktif MJO bila bersamaan waktunya dengan monsun timur laut di Kepulauan Riau (Desember-April) dapat menyebabkan terjadinya peningkatan curah hujan sekitar 200%.

**2.2 Jaringan Syaraf Tiruan**

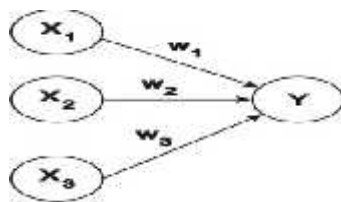
Menurut Siang [4], jaringan syaraf tiruan adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi. JST dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan syaraf tiruan biologi, dengan asumsi bahwa:

1. Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (*neuron*)
2. Sinyal dikirimkan diantara *neuron-neuron* melalui penghubung-penghubung
3. Penghubung antar *neuron* memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal
4. Untuk menentukan output, setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi (biasanya bukan fungsi linier) yang dikenakan pada jumlahan input yang diterima. Besarnya output ini selanjutnya dibandingkan dengan suatu batas ambang.

JST ditentukan oleh 3 hal:

- a. Pola hubungan antar neuron (disebut arsitektur jaringan)
- b. Metode untuk menentukan bobot penghubung (disebut metode training/ learning/ algoritma)
- c. Fungsi aktivasi

Sebagai contoh, perhatikan *neuron* Y pada gambar 1.



**Gambar 1. Neuron Y**

Y menerima input dari neuron X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, dan X<sub>3</sub> dengan bobot hubungan masing-masing adalah W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>, dan W<sub>3</sub>. Ketiga impuls neuron yang ada dijumlahkan:

$$net = X_1W_1 + X_2W_2 + X_3W_3$$

Besarnya impuls yang diterima oleh Y mengikuti fungsi aktivasi  $y = f(net)$ . Apabila nilai fungsi aktivasi cukup kuat, maka sinyal akan diteruskan. Nilai fungsi aktivasi (keluaran model jaringan) juga dapat dipakai sebagai dasar untuk merubah bobot.

Banyak aplikasi JST yang digunakan diantaranya adalah: 1. Pengenalan Pola (Pattern Recognition), 2. Signal Processing, dan 3. Peramalan. Berdasarkan dari 3 (tiga) aplikasi JST yang ada, penulis mengambil mengenai peramalan, karena berdasarkan judul yang diambil yaitu mengenai curah hujan, maka aplikasi JST yang mewakili adalah peramalan.

**2.3 Matlab**

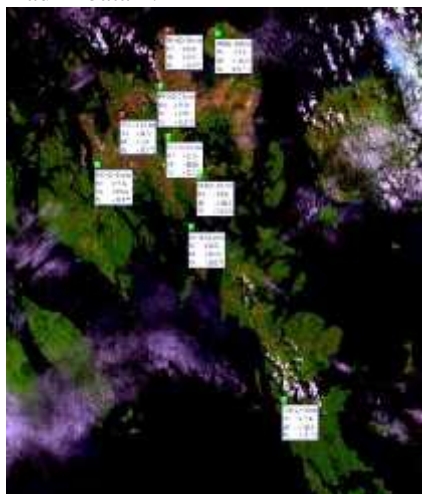
Matlab (*Matrix Laboratory*) merupakan salah satu bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh Mathworks. Matlab tidak hanya berfungsi sebagai bahasa pemrograman, tetapi sekaligus sebagai alat visualisasi, yang berhubungan langsung dengan ilmu matematika. Oleh karena itu, Matlab semakin banyak digunakan oleh para programmer yang menghendaki kepraktisan dalam membuat program.

**2.4 Metode Penelitian**

Menurut Patilima [2], supaya data dan informasi dapat dipergunakan dalam penalaran, data dan informasi itu harus merupakan fakta. Di bawah ini dikemukakan beberapa cara yang dipergunakan dalam penelitian penulis, diantaranya:

1. Metode pengamatan

Metode pengamatan merupakan sebuah teknik pengumpulan data yang mengharuskan peneliiti turun ke lapangan mengamati hal-hal yang berkaitan dengan ruang, tempat, pelaku, kegiatan, benda-benda, waktu, peristiwa, tujuan, dan perasaan [2]. Penulis melakukan metode pengamatan dengan cara melihat sistem yang sedang dipantau alat yang digunakan oleh petugas kantor stasiun meteologi hang nadim batam.



**Gambar 2. Sembilan Titik alat automatic weather station di kota Batam**

2. Wawancara kualitatif

Metode wawancara kualitatif merupakan salah satu teknik untuk mengumpulkan data dan informasi, wawancara yang digunakan adalah wawancara kualitatif, artinya peneliti mengajukan pertanyaan-pertanyaan secara lebih bebas dan leluasa, tanpa terikat oleh suatu susunan pertanyaan yang telah dipersiapkan sebelumnya [2]. Penulis melakukan wawancara secara singkat mengenai curah hujan yang ada di kota Batam, dikatakan oleh petugas di kantor stasiun meteorologi Hang Nadim Batam, “terkadang ada beberapa bulan yang meleset dari prediksi curah hujan yang diamati oleh alat yang digunakan di kantor stasiun meteorologi Hang Nadim Batam. Salah satu contohnya, seharusnya pada bulan Februari sudah tidak terjadi musim hujan, akan tetapi pada faktanya masih terjadi hujan. Hal tersebut biasanya akibat dari fenomena alam yang tidak dapat diteliti oleh siapapun, hanya sekedar memprediksi saja”.

3. Menggambar

Metode menggambar merupakan salah satu teknik penelitian yang digunakan untuk mendapatkan gambar mengenai lingkungan terkait dengan pelaku [2]. Gambaran yang dapat membantu dari penelitian ini, sebagai berikut:

KRITERIA CH	CH/hari	CH/Jam
Sangat Lebat	> 100 mm	> 20 mm
Lebat	50 - 100 mm	10 - 20 mm
Sedang	20 - 50 mm	5 - 10 mm
Ringan	5 - 20 mm	1 - 5 mm

Gambar 3. Intensitas Curah Hujan

4. Diskusi kelompok terfokus

Diskusi kelompok terfokus merupakan salah satu teknik yang digunakan peneliti untuk menggali data dan informasi mengenai lingkungan kota [2]. Diskusi yang dilakukan oleh peneliti dengan cara observasi dan tanya jawab.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Jaringan syaraf tiruan memiliki algoritma yang disebut dengan *backpropagation*. *Backpropagation* yang ada dalam satu atau lebih layer tersembunyi. Seperti yang telah dijelaskan gambar 3. Intensitas Curah Hujan,

maka dilakukan proses algoritma pelatihan dengan beberapa langkah, diantaranya:

1. Inisialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil (proses untuk langkah 1, 2 dan 3)

Berikut adalah data sumber dari intensitas curah hujan yang terdapat pada data kantor stasiun meteorologi Hang Nadim Batam.

KRITERIA CH	CH/hari	CH/Jam
Sangat Lebat	> 100 mm	> 20 mm
Lebat	50 - 100 mm	10 - 20 mm
Sedang	20 - 50 mm	5 - 10 mm
Ringan	5 - 20 mm	1 - 5 mm

Gambar 4. Intensitas Curah Hujan

Berdasarkan data yang ada diatas, pada kolom kriteria diubah pada neuron lapisan masukan, diantaranya:

- a. Sangat lebat : neuron lapisan masukan  $X_1$
- b. Lebat : neuron lapisan masukan  $X_2$
- c. Sedang : neuron lapisan masukan  $X_3$
- d. Ringan : neuron lapisan masukan  $X_4$

Sedangkan CH/hari dan CH/jam diubah pada neuron lapisan tersembunyi, yaitu:

- a. CH/hari : neuron lapisan tersembunyi  $Z_1$
- b. CH/jam : neuron lapisan tersembunyi  $Z_2$

Nilai yang terdapat pada kolom dan baris tersebut, harus dilakukan proses mencari bilangan acak, dan ambil yang terkecil dari rentang yang ada, seperti yang dapat dijabarkan dibawah:

- a. Bobot untuk bilangan acak kecil dari  $Z_1$ :
  - 1) > 100 : mengambil nilai bilangan acak kecil adalah 105
  - 2) 50 - 100 : mengambil nilai bilangan acak kecil adalah 60
  - 3) 20 - 50 : mengambil nilai bilangan acak kecil adalah 30
  - 4) 5 - 20 : mengambil nilai bilangan acak kecil adalah 10
- b. Bobot untuk bilangan acak kecil dari  $Z_2$ :
  - 1) > 20 : mengambil nilai bilangan acak kecil adalah 30
  - 2) 10 - 20 : mengambil nilai bilangan acak kecil adalah 15
  - 3) 5 - 10 : mengambil nilai bilangan acak kecil adalah 7



- 4) 1 – 5 : mengambil nilai bilangan acak kecil adalah 3

Mengacu data di atas, maka langkah yang paling mendasar adalah mengubahnya pada inialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil, seperti yang terlihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.** Bobot bilangan acak kecil

	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>
X <sub>1</sub>	105	30
X <sub>2</sub>	60	15
X <sub>3</sub>	30	6
X <sub>4</sub>	10	3

Sumber: Data Penelitian (2015)

Mengacu kembali pada tabel di atas, tabel 1 menunjukkan bobot bilangan acak kecil yang digunakan pada penelitian. Dari bobot yang dihasilkan sebelumnya, maka bilangan acak kecil kembali dihitung dengan membagi dari semua nilai dengan nilai 100, sehingga hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Selain itu, memberikan nilai bobot tersembunyi yaitu 1 dengan Z<sub>1</sub> = - 0,3 dan Z<sub>2</sub> = 0,3.

**Tabel 3.** Bobot dari layar masukan ke layar tersembunyi (v)

	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>
X <sub>1</sub>	1,05	0,3
X <sub>2</sub>	0,6	0,15
X <sub>3</sub>	0,3	0,06
X <sub>4</sub>	0,1	0,03
1	- 0,3	0,3

Sumber: Data Penelitian (2015)

Selain membuat tabel bobot dari layar masukan ke layar tersembunyi, tentu harus membuat tabel bobot dari layar tersembunyi ke layar keluaran, penentuan nilai yang terdapat dalam tabel 3 dapat ditentukan sendiri, sehingga dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4.** Bobot dari layar tersembunyi ke layar keluaran (w)

	Y
Z <sub>1</sub>	1
Z <sub>2</sub>	-1
1	0,1

Sumber: Data Penelitian (2015)

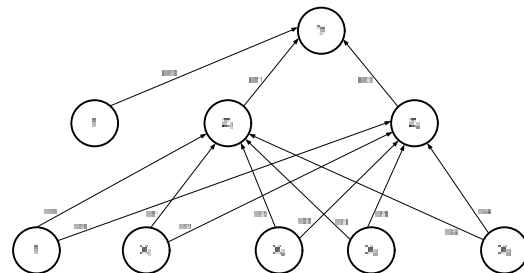
Berdasarkan tabel 2 dan tabel 3, selanjutnya dilakukan langkah berikutnya yakni masuk pada langka 4 sampai dengan langkah 8. Sebelum memulai langkah-

langkah tersebut penelitian harus membuat arsitektur jaringan, yang akan dibahas pada poin selanjutnya.

**2. Arsitektur Jaringan**

Jaringan syaraf tiruan untuk memprediksi curah hujan, dibuat dengan arsitektur 4 – 2 – 1, dapat dijelaskan dibawah ini:

1. 4 neuron pada lapisan masukan
  2. 2 neuron pada lapisan tersembunyi
  3. 1 neuron pada lapisan keluaran
- Sehingga dapat dilihat pada gambar arsitektur berikut:



**Gambar 5.** Arsitektur jaringan backpropagation

**3. Langkah 4 : Hitung keluaran unit tersembunyi (Zj)**

Perhitungan dari layar masukan ke layar tersembunyi (mengacu pada tabel 4.2) sebagai berikut:

$$Z_{netj} = V_{j0} + \sum_{i=1}^2 X_i V_{ji}$$

Berikut hitungan pada setiap layarnya:

$$Z_{net1} = - 0,3 + 1 (1,05) + 1 (0,6) + 1 (0,3) = 1,65$$

$$Z_{net2} = 0,3 + 1 (0,3) + 1 (0,15) + 1 (0,07) = 0,82$$

Selanjutnya melakukan proses perhitungan Fungsi aktivasi, dengan hitungan berikut:

$$Z_j = f(Z_{netj}) = \frac{1}{1 + e^{-Z_{netj}}}$$

Maka hasil dari setiap layar tersembunyi:

$$Z_1 = \frac{1}{1 + e^{-1,65}} = 1,19$$

$$Z_2 = \frac{1}{1 + e^{-0,82}} = 1,44$$

**4. Langkah 5 : Hitung keluaran unit Yk**

Setelah melakukan perhitungan dari layar masukan ke layar tersembunyi, maka selanjutnya melakukan proses perhitungan dari layar tersembunyi ke layar keluaran. Perhitungan mengacu pada data di tabel 3, berikut hitungan dari layar tersembunyi ke layar keluaran:

$$Y_{netk} = Wk0 + \sum_{j=1}^2 Z_j Wkj$$

Karena jaringan hanya memiliki sebuah unit keluaran Y maka  $Y_{net_k} = Y_{net}$  sehingga hitungannya:

$$Y_{net} = 0,1 + 1,19 (1) + 1,44 (-1)$$

$$Y_{net} = 0,1 + 1,19 + (-1,44)$$

$$Y_{net} = 0,1 + (-0,25)$$

$$Y_{net} = -0,15$$

Hasil yang diperoleh, selanjutnya dilakukan perhitungan proses fungsi aktivasi pada hitung keluaran unit  $Y_k$ , sebagai berikut:

$$Y = f(Y_{net}) = \frac{1}{1 + e^{-Y_{net}}} = \frac{1}{1 + e^{0,15}} = 0,46$$

Setelah selesai melakukan langkah 5, selanjutnya masuk pada langkah 6 yaitu mengenai perhitungan faktor kesalahan pada unit keluaran.

**5. Langkah 6 : Hitung faktor di unit keluaran  $Y_k$**

Karena jaringan hanya memiliki sebuah keluaran dengan ketentuan  $t = \text{target} = 1$ , maka:

$$\begin{aligned} k &= (t - y) y (1 - y) \\ &= (1 - (0,46)) (0,46) (1 - (0,46)) \\ &= (0,54) (0,46) (0,54) \\ &= 0,13 \end{aligned}$$

Suku perubahan bobot  $W_{kj}$  (dengan  $t = 0,1$ ), maka perhitungannya:

$$\begin{aligned} W_{kj} &= k Z_j = Z_j ; j = 0, 1, \dots, 3 \\ W_{10} &= (0,1) (0,13) (0,1) = 0,0013 \\ W_{11} &= (0,1) (0,13) (0,19) = 0,01547 \\ W_{12} &= (0,1) (0,13) (0,144) = 0,01872 \end{aligned}$$

**6. Langkah 7 : Hitung penjumlahan kesalahan dari unit tersembunyi (= )**

Karena jaringan hanya memiliki sebuah unit keluaran maka  $_{net_j} = W_{ij}$ .

Perhitungan dari penjumlahan kesalahan dari unit tersembunyi adalah:

$$_{net_1} = (0,13) (1) = 0,13$$

$$_{net_2} = (0,13) (-1) = -0,13$$

Faktor kesalahan di unit tersembunyi:

$$j = _{net_j} f'(Z_{net_j}) = _{net_j} Z_j (1 - Z_j)$$

$$1 = 0,13 (1,19) (1 - 1,19) = -0,029393$$

$$2 = -0,13 (1,44) (1 - 1,44) = 0,082368$$

Suku perubahan bobot ke unit tersembunyi:  $v_{ji} = _j X_i (j = 1, 2, 3 ; i = 0, 1, 2)$

**Tabel 5.** Kesalahan dari unit tersembunyi (Z)

	$Z_1$	$Z_2$
$X_1$	$V_{11} = (0,1)$	$V_{11} = (0,1)$

	$(-0,029393)$ $(1) =$ $-0,0029393$	$(0,082368)$ $(1) =$ $0,0082368$
$X_2$	$V_{12} = (0,1)$ $(-0,029393)$ $(1) =$ $-0,0029393$	$V_{11} = (0,1)$ $(0,082368)$ $(1) =$ $0,0082368$
$X_3$	$V_{13} = (0,1)$ $(-0,029393)$ $(1) =$ $-0,0029393$	$V_{11} = (0,1)$ $(0,082368)$ $(1) =$ $0,0082368$
$X_4$	$V_{14} = (0,1)$ $(-0,029393)$ $(1) =$ $-0,0029393$	$V_{11} = (0,1)$ $(0,082368)$ $(1) =$ $0,0082368$
<b>1</b>	$V_{10} = (0,1)$ $(-0,029393)$ $(1) =$ $-0,0029393$	$V_{11} = (0,1)$ $(0,082368)$ $(1) =$ $0,0082368$

Sumber: Data Penelitian (2015)

**7. Langkah 8 : Hitung semua perubahan bobot**

Perubahan bobot unit keluaran:

$$W_{kj}(\text{baru}) = W_{kj}(\text{lama}) + W_{kj} \quad (k = 1 ; j = 0, 1, \dots, 3)$$

$$W_{10}(\text{baru}) = 0,10 + 0,0013 = 0,1013$$

$$W_{11}(\text{baru}) = 1 + 0,01547 = 1,01547$$

$$W_{12}(\text{baru}) = (-1) + 0,01872 = 0,98128$$

Perubahan bobot unit tersembunyi:

$$V_{ji}(\text{baru}) = V_{ji}(\text{lama}) + V_{ji}$$

$$(j = 1, 2, 3 ; i = 0, 1, 2)$$

**Tabel 6.** Perubahan bobot

	$Z_1$	$Z_2$
$X_1$	$V_{11} = (-0,3) + (-0,0029393) = -0,3029393$	$V_{21} = (0,3) + (0,0082368) = 0,3082368$
$X_2$	$V_{12} = (0,6) + (-0,0029393) = 0,5970607$	$V_{22} = (0,15) + (0,0082368) = 0,1582368$
$X_3$	$V_{13} = (0,3) + (-0,0029393) = 0,2970607$	$V_{23} = (0,07) + (0,0082368) = 0,0782368$
$X_4$	$V_{14} = (0,1) + (-0,0029393) = 0,0970607$	$V_{24} = (0,03) + (0,0082368) = 0,0382368$
<b>1</b>	$V_{10} = (-0,3) + (-0,0029393) = -0,3029393$	$V_{20} = 0,3 + (0,0082368) = 0,3082368$

Sumber: Data Penelitian (2015)

**3.2 Pembahasan**

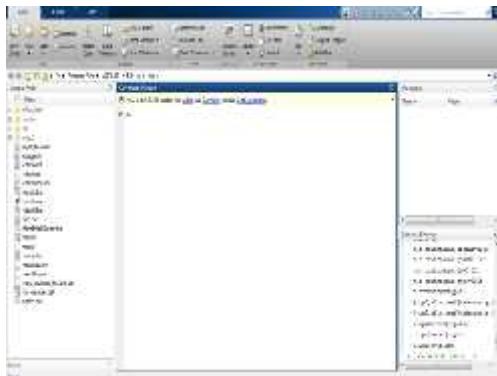
Curah hujan yang turun di Kota Batam, dalam proses yang terjadi tentunya ingin diketahui, apakah curah hujan tersebut masuk

dalam kriteria hujan ringan, hujan sedang, hujan lebat, atau hujan sangat lebat. Data tersebut diambil pada kantor stasiun meteorologi hang nadim batam. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dari perhitungan yang dilakukan secara manual, selanjutnya dibahas dengan menggunakan program aplikasi Matlab.



Gambar 6. Matlab Versi R2013a

Matlab yang digunakan adalah versi R2013a. *Matlab (matrix laboratory)* merupakan salah satu perangkat lunak yang cocok dipakai sebagai alat komputasi yang melibatkan matriks dan vektor. *Matlab* menyediakan fungsi-fungsi khusus untuk menyelesaikan model Jaringan Syaraf Tiruan. Pengguna hanya memasukkan vektor masukan, target, model dan parameter yang diinginkan (laju pemahaman, *threshold*, bias, dan lain-lain). Tampilan *command window* yang digunakan untuk membuat dan mengetik semua perintah pelatihan dan pengujian *backpropagation* adalah sebagai berikut:



Gambar 7. Command window

Hasil yang diselesaikan dari program Matlab adalah sebagai berikut:

```
>> p=[
1.05 0.3;
0.6 0.15;
0.3 0.07;
0.1 0.03];
>> t=[1 1];
```

```
>>
net=newff(minmax(p),[2,1],{'tansig','purelin'},'traingdx');
Warning: NEWFF used in an obsolete way.
> In obs_use at 18
   In newff>create_network at 127
   In newff at 102
   See help for NEWFF to update calls to the new argument list.
```

Agar lebih efisien, nilai minimum dan maksimum vektor masukan tidak perlu dituliskan satu persatu, tapi cukup dengan menggunakan perintah `minmax(p)`. Perhatikan bahwa parameter `'traingdx'` harus ditentukan untuk melatih dengan metode penurunan tercepat.

Pada saat pelatihan, harus melihat bobot dan bias yang dipakai sebagai inisialisasi. Adalah sebagai berikut:

```
>> net.iw{1,1}
ans =
    2.5310    -4.9997     3.4710
   -19.0857
    2.5486     4.3270    -8.2423
    3.1547
```

```
>> net.b{1}
ans =
   -0.9000
   -0.3582
```

```
>> net.lw{2,1}
ans =
    0.9150    0.9298
```

```
>> net.b{2}
ans =
   -0.6848
```

```
>> net.trainparam.epochs=1500;
>> net.trainparam.goal=0.01;
>> net.trainparam.lr=0.03;
>> net.trainparam.show=100;
>> net=train(net,p,t)
```

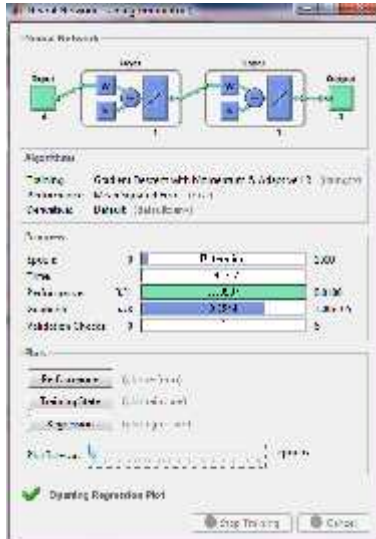
```
net =
```

```

Neural Network
    name: 'Custom
Neural Network'
    efficiency:
.cacheDelayedInputs,
.flattenTime,
.memoryReduction, .flattenedTime
    userdata: (your custom
info)
    dimensions:
        numInputs: 1
        numLayers: 2
        numOutputs: 1
        numInputDelays: 0
        numLayerDelays: 0
        numFeedbackDelays: 0
        numWeightElements: 13
        sampleTime: 1
    connections:
        biasConnect: [1; 1]
        inputConnect: [1; 0]
        layerConnect: [0 0; 1 0]
        outputConnect: [0 1]
    subobjects:
        inputs: {1x1 cell
array of 1 input}
        layers: {2x1 cell
array of 2 layers}
        outputs: {1x2 cell
array of 1 output}
        biases: {2x1 cell
array of 2 biases}
        inputWeights: {2x1 cell
array of 1 weight}
        layerWeights: {2x2 cell
array of 1 weight}
    functions:
        adaptFcn: 'adaptwb'
        adaptParam: (none)
        derivFcn:
'defaultderiv'
        divideFcn: (none)
        divideParam: (none)
        divideMode: 'sample'
        initFcn: 'initlay'
        performFcn: 'mse'
        performParam:
.regularization, .normalization
        plotFcns:
{'plotperform', plottrainstate,
plotregression}
        plotParams: {1x3 cell
array of 3 params}
        trainFcn: 'traingdx'
        trainParam: .showWindow,
.showCommandLine, .show,
.epochs, .time,
.goal, .min_grad, .max_fail,
.lr, .lr_inc, .lr_dec,
.max_perf_inc, .mc
        weight and bias values:
            IW: {2x1 cell}
containing 1 input weight matrix
            LW: {2x2 cell}
containing 1 layer weight matrix
            b: {2x1 cell}
containing 2 bias vectors
        methods:
            adapt: Learn while
in continuous use
            configure: Configure
inputs & outputs
            gensim: Generate
Simulink model
            init: Initialize
weights & biases
            perform: Calculate
performance
            sim: Evaluate
network outputs given inputs
            train: Train
network with examples
            view: View diagram
            unconfigure: Unconfigure
inputs & outputs
        Keluaran yang dihasilkan dari proses
pemrograman matlab dengan backpropagation
adalah sebagai berikut:
        >> outputs=net(p)
        outputs =
            1.0970    0.8984
        Hasil dari keluaran pada pemrograman
matlab dengan backpropagation adalah 1,0970
CH/hari dan 0,8984 CH/jam.
        Arti dari pembacaan tersebut adalah dalam
satu hari curah hujan yang terjadi di Batam
    
```

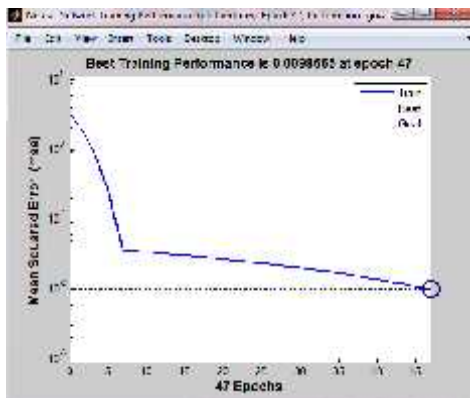


termasuk kriteria Sangat lebat yaitu masuk dalam nilai  $> 100$  mm CH/hari dengan hitungan perjamnya adalah  $> 20$  mm. Berikut adalah hasil dari *neuron network training*.



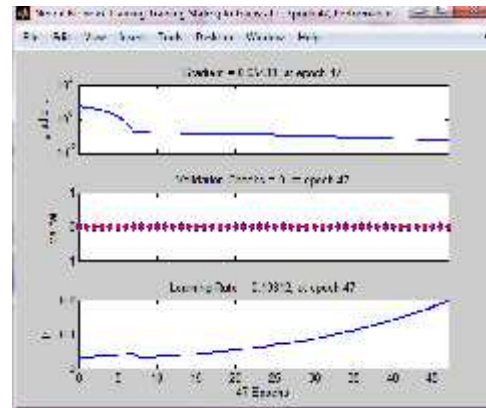
Gambar 8. Neuron network training

Berdasarkan hasil *neuron networking training* yang didapat, maka *best training performance* adalah 0,0098655 pada epoch 47. Berikut hasil dari *best training performance*:



Gambar 9. Best training performance

Berdasarkan hasil *neuron networking training* yang didapat, tidak terdapat error dalam proses *training state* pada epoch 47. Berikut hasil *neuron networking training*:



Gambar 10. Performance pada epoch 47

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah disampaikan sebelumnya, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah: Umumnya rata-rata curah hujan yang sering turun di Kota Batam masuk pada kriteria curah hujan yang sangat lebat. Data yang diambil pada kantor stasiun meteorologi hang nadim batam.

### 4.2 Saran

Saran yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah perlu adanya penelitian lanjutan seperti contoh membahas mengenai cuaca ekstrim.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alex Rikki Sinaga, "Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Penentuan Konsentrasi Program Studi Bagi Calon Mahasiswa Baru BudiDarma Medan", *Pelita Informatika Budi Darma*, Vol 11, pp 1-4, 2012.
- [2] Hamid Patilima, *Metode Penelitian Kualitatif*, Bandung, Alfabeta, 2011.
- [3] Indrabayu, Nadjamudin Harun, M.Saleh Pallu, Andoni Achmad, "Prediksi Curah Hujan Di Wilayah Makkasar Menggunakan Metode Wavelet-Neural Network", *Jurnal Ilmiah "Elektrikal Enjiniring"UHAS*, Vol. 9, No. 2, pp 50-59, 2011.
- [4] Jek Jong Siang, *Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan MATLAB*, Yogyakarta, Penerbit Andi, 2005.
- [5] Jek Jong Siang, *Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan MATLAB*, Yogyakarta, Penerbit Andi, 2009.
- [6] Lexy J. Moleong, *Meteorologi Penelitian Kualitatif (Edisi Revisi)*, Bandung, PT Remaja Rosdakarya, 2011.

[7] Sri Kusumadewi, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Yogyakarta, Graha Ilmu, 2003.

[8] Tim Stasiun Meteorologi Hang Nadim Batam, *Stasiun Meteorologi Hang Nadim Batam Buletin*, Batam, Stasiun Meteorologi Hang Nadim Batam, 2014.