

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Data dan Sumber Data

Data utama dari penelitian ini bersifat sekunder karena peneliti tidak melakukan pengambilan data secara langsung. Adapun data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kedalaman Muka Air Tanah

Data pengukuran kedalaman muka air tanah harian sumur pantau dari tanggal 19 September 2019 s.d 18 Maret 2020 yang berlokasi di Citra Grand Cibubur, Jalan Alternatif Cibubur Km. 4 Kota Bekasi Provinsi Jawa Barat yang berlokasi di 6.38 Lintang Selatan dan 106.92 Bujur Timur. Data tersebut diperoleh dari situs Monitoring Online Air Tanah dan Subsiden, Badan Konservasi Air Tanah (MONAS – BKAT) Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Alasan pemilihan sumur pantau yang berlokasi di Citra Grand Cibubur dikarenakan untuk menguji optimalisasi dari model *Non Linear Autoregressive With Exogenous Input (NARX)* guna menghasilkan hasil yang optimal diperlukan sumur yang memiliki data yang tidak berfluktuasi terlalu ekstrim serta data tersebut bersifat kontinuitas atau dilakukan pemantauan setiap harinya sehingga pada rentang data penelitian tidak ada yang kosong.

2. Data Cuaca

Data cuaca harian yang meliputi data evaporasi potensial, presipitasi dan kelembapan dari tanggal 19 September 2019 s.d 18 Maret 2020 di Wilayah Cekungan Air Tanah Jakarta yang diperoleh dari data satelit melalui situs <http://climateengine.org/>. Dataset yang digunakan adalah *Climate Forecast System (CFS) Reanalysis*.

Satelit cuaca adalah sejenis satelit buatan yang digunakan untuk memantau cuaca dan iklim bumi. Satelit meteorologi biasanya mengamati awan dan sistem awan. Pada saat yang sama, lampu perkotaan, kebakaran, polusi, aurora, badai pasir, salju, pemetaan es, gelombang laut, dan emisi energi juga merupakan informasi yang dikumpulkan oleh satelit meteorologi. Serta fungsi jarak jauh (VIS dan IR) dari satelit meteorologi dapat membantu pengamat cuaca untuk memantau kondisi atmosfer, seperti awan skala besar, badai, dan suhu. (Fadholi, 2013).

Climate Forecast System (CFS) adalah model yang merepresentasikan interaksi global antara lautan, daratan, dan atmosfer Bumi. Diproduksi oleh ilmuwan-ilmuwan dibawah bimbingan *National Centers for Environmental Prediction (NCEP)*, model ini menawarkan data per jam dengan resolusi horizontal hingga setengah derajat (sekitar 56 km) di sekitar Bumi untuk banyak variabel. CFS menggunakan pendekatan ilmiah terbaru untuk menerima, atau mengasimilasi, pengamatan dari sumber

data termasuk pengamatan permukaan, pengamatan balon udara atas, pengamatan pesawat, dan pengamatan satelit. (Saha dkk., 2014)

3.2 *Design Penelitian*

Jenis metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Kuantitatif dengan menggunakan komputasi. Komputasi disini dapat diartikan sebagai cara untuk menemukan pemecahan masalah dari data masukan dengan menggunakan suatu algoritma (Rahmadhani, 2015). Dengan memanfaatkan jaringan saraf tiruan struktur model *Non Linear Autoregressive With Exogenous Input (NARX)* untuk memprediksi kedalaman muka air tanah di Wilayah Cekungan Air Tanah Jakarta berdasarkan data presipitasi, evaporasi potensial dan kelembapan spesifik serta kedalaman muka air tanah harian di sumur pantau yang berlokasi di Citra Grand Cibubur, Jalan Alternatif Cibubur Km. 4 Kota Bekasi Provinsi Jawa Barat yang berlokasi di 6.38 Lintang Selatan dan 106.92 Bujur Timur.

Implementasi jaringan saraf tiruan dengan struktur model *Non Linear Autoregressive With Exogenous Input (NARX)* ini akan menggunakan 3 Algoritma Optimasi yaitu algoritma Levenberg-Marquardt (LM), Bayesian Regularization (BR) dan Scaled Conjugate Gradient (SCG) yang akan dikombinasikan dengan nilai *time delay* 10, 25, 50 dan 100.

Masukan eksogen berfungsi sebagai pengaruh peramalan (*forecasting*) sehingga sesuai dengan kondisi yang ada Akan tetapi, beberapa peneliti menyarankan untuk membatasi jumlah variabel eksogen ini karena jika terlalu dominan maka fungsi peramalan jadi akan berkurang (Rahmadya, 2018). Untuk menguji masukan eksogen yang cocok dalam memprediksi kedalaman muka air tanah dan menguji keterkaitan antara data cuaca dengan data muka air tanah maka dalam penelitian akan dibuat 4 model *NARX* dengan masukan eksogen yang berbeda, yaitu :

1. Masukan eksogen evaporasi potensial
2. Masukan eksogen presipitasi
3. Masukan eksogen kelembapan
4. Masukan eksogen evaporasi potensial, presipitasi dan kelembapan

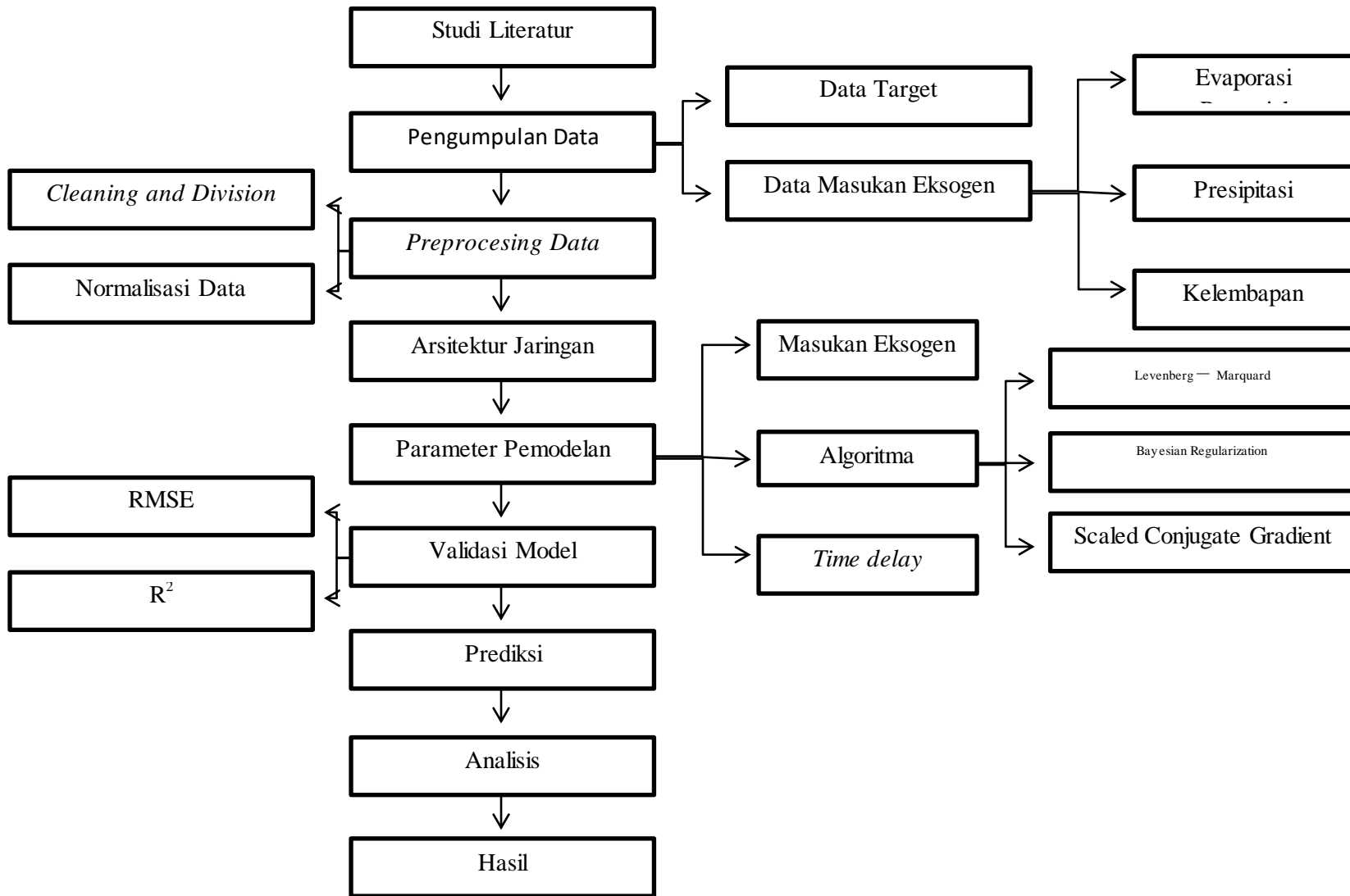
Hasil dari pemodelan ini akan berupa prediksi kedalaman muka air tanah yang merupakan keluaran model *Non Linear Autoregressive With Exogenous Input (NARX)* dengan *time delay* dan algoritma pelatihan yang paling optimal dari setiap masukan eksogen dengan tingkat keakuratan pemodelannya di uji berdasarkan nilai *Root Mean Square Error (RMSE)* dan Nilai Koefisien Determinasi (R^2). Kemudian dari ke 4 model tersebut akan diproyeksikan untuk memprediksi kedalaman muka air tanah untuk jangka waktu pendek sampai menengah

3.3 *Diagram Alur Penelitian*

Dani Ruswandi, 2021

FLUKTUASI DAN PREDIKSI MUKA AIR TANAN DI CEKUNGAN AIR TANAH JAKARTA MENGGUNAKAN NON LINEAR AUTOREGRESSIVE EXOGENOUS (NARX)

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3. 1 Diagram Alur

Adapun tahapan pemodelan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1) Pengumpulan Data

Mengumpulkan data kedalaman muka air tanah harian dari sumur pantau Badan Konservasi Air Tanah dan Data cuaca yang dibutuhkan dari data satelit

2) *Preprocessing Data*

a) *Cleaning data*

Cleaning Data adalah langkah dari pengolahan data yang menuntut memperbaiki, membetulkan, dan membuat data menjadi lebih rapi.

b) Pembagian data

Data masukan dari penelitian ini adalah berupa presipitasi, evaporasi potensial dan kelembapan harian. Sedangkan target dari sistem ini adalah prediksi kedalaman muka air tanah yang akan terjadi di Wilayah Cekungan Air Tanah Jakarta

c) Menormalisasikan data

Normalisasi adalah teknik pra pengolahan data yaitu dengan mentransformasikan nilai atribut suatu dataset sehingga berada pada range tertentu, misalnya diantara 0 sampai 1. Pemrosesan awal ini dilakukan untuk membersihkan dan mengelola rangkaian data masukan dan umpan balik untuk langkah pelatihan. Fungsi normalisasi diterapkan ke nilai masukan, di mana data diubah menjadi rentang umum agar lebih sesuai dengan proses pelatihan. Normalisasi dapat digunakan dalam persoalan klasifikasi data seperti *neural network* dan *clustering* (Di Nunno & Granata, 2020). Adapun teknik normalisasi data yang dipakai dalam adalah sebagai berikut.

$$P_i^* = \frac{P_i}{\max(P)} \quad (3.1)$$

$$MAT_i^* = \frac{MAT_i}{\max(MAT)} \quad (3.2)$$

$$ET_{Pi}^* = \frac{ET_i}{\max(ET)} \quad (3.3)$$

$$a_h^* = \frac{a_h}{\max(a_h)} \quad (3.4)$$

dengan

P : Presipitasi Harian

MAT : Kedalaman Muka Air Tanah

ET_p : Evaporasi Potensial Harian

a_h : Kelembapan absolut

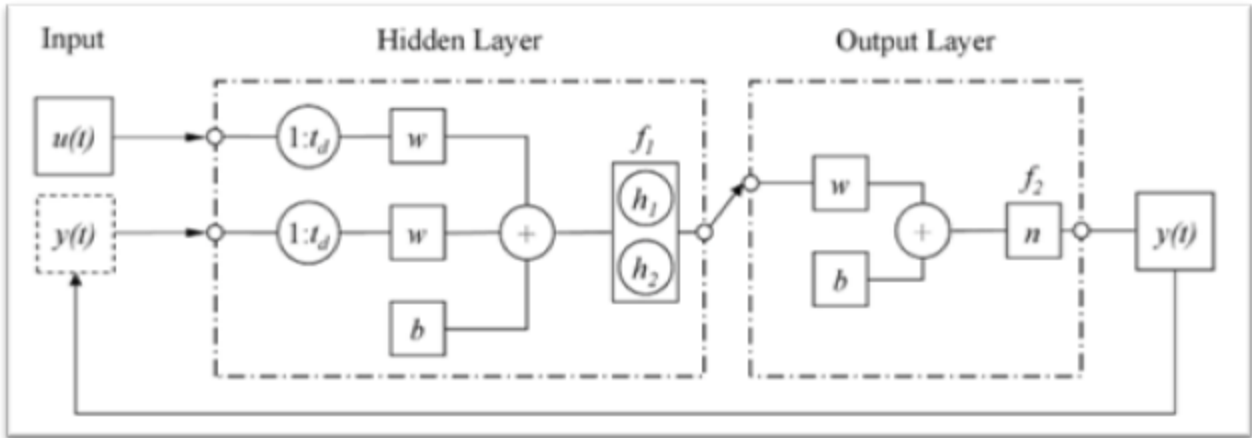
3) Arsitektur jaringan

Dani Ruswandi, 2021

FLUKTUASI DAN PREDIKSI MUKA AIR TANAN DI CEKUNGAN AIR TANAH JAKARTA MENGGUNAKAN NON LINEAR AUTOREGRESSIVE EXOGENOUS (NARX)

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Adapun kontruksi jaringan saraf tiruan *non linear autoregresif exogenous* ditunjukkan oleh gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Kontruksi Jaringan NARX (Di Nunno dan Granata, 2020)

Dengan fungsi matematis sebagai berikut :

$$y(t) = f(y(t-1), y(t-2) \dots \dots, y(t-n_y), u(t-1), u(t-2) \dots \dots, u(t-n_u)) \quad (3.5)$$

Perhatikan gambar dan persamaan di atas dimana di sini hasil keluaran yang ingin dicapai adalah $y(t)$, sekaligus sebagai umpan balik untuk masukan. Sementara variabel *exogenous* adalah $u(t)$.

- 4) Parameter Pemodelan
 - a) Masukan eksogen

Dalam penelitian akan dibuat 4 model NARX dengan masukan eksogen yang berbeda, yaitu :

- i) Masukan eksogen evaporasi potensial
- ii) Masukan eksogen presipitasi
- iii) Masukan eksogen kelembapan
- iv) Masukan eksogen evaporasi potensial, presipitasi dan kelembapan

- b) Algoritma Pelatihan

Adapun algoritma optimisasi atau pelatihan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

- i) Levenberg-Marquardt (LM)
- ii) Bayesian Regularization (BR)
- iii) Scaled Conjugate Gradient (SCG)
- c) *Time delay*

Untuk menguji jaringan saraf tiruan model *NARX* dapat menggunakan kombinasi nilai *time delay* 10, 25, 50 atau 100.

5) Validasi Model

Validasi model adalah penentuan apakah model konseptual simulasi (sebagai tandingan program komputer) adalah representasi akurat dari sistem nyata yang sedang dimodelkan (Hasad, 2011). Validasi model yang digunakan dalam penelitian adalah *Root Mean Square Error (RMSE)* dan koefisien determinasi (R^2). Nilai *Root Mean Square Error (RMSE)* menunjukkan nilai error dari jaringan *NARX* yang telah dimodelkan sedangkan nilai koefisien determinasi menunjukkan tingkat keterkaitan dari masukan eksogen dengan data target. Perhitungan tersebut bertujuan untuk pengukuran akurasi jaringan dalam mengenali pola yang diberikan, nilai *RMSE* dan R^2 didapatkan dari rumusan :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (f_i - y_i)^2}{M}} \quad (3.6)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^m (f_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^m (y_a - y_i)^2} \quad (3.7)$$

6) Prediksi dan Analisis

Hasil dari pemodelan ini akan berupa prediksi kedalaman muka air tanah yang merupakan keluaran model *Non Linear Autoregressive With Exogenous Input (NARX)* dengan *time delay* dan algoritma pelatihan yang paling optimal dari setiap masukan eksogen.

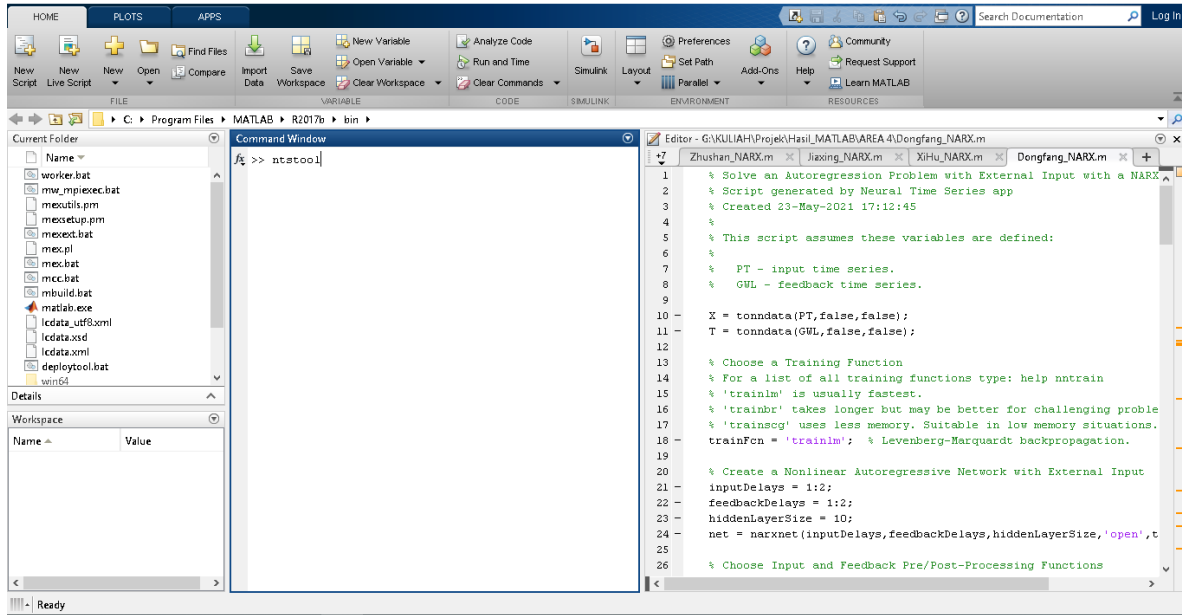
3.4 Penggunaan MATLAB

Untuk melakukan pemodelan *NARX* bisa menggunakan 2 cara yaitu menggunakan fasilitas Neural Time Series Tool (ntstool) dan skrip koding

3.4.1 Menggunakan Neural Time Series Tool (ntstool)

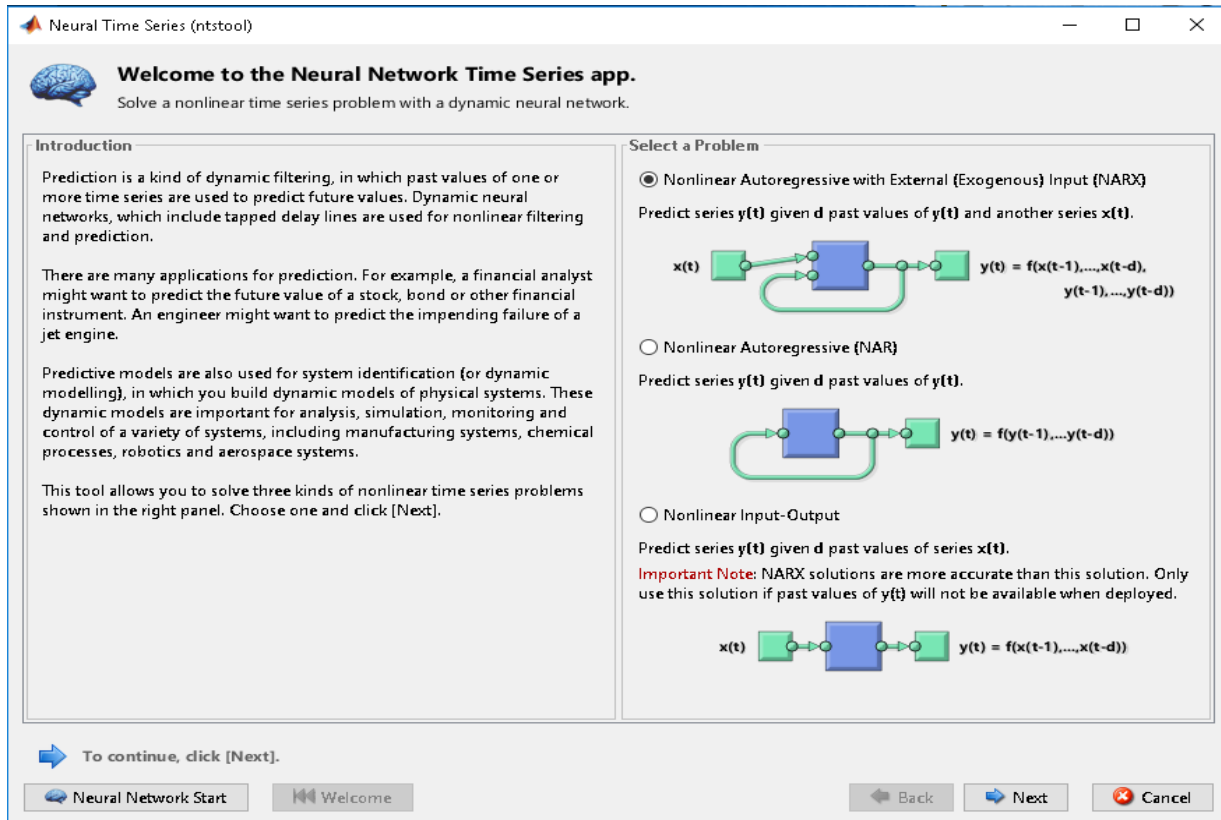
Penggunaan ntstool pada MATLAB membuat pemodelan lebih praktis daripada menggunakan skrip koding, adapun tahapan penggunaan fasilitas ntstool sebagai berikut :

1. Pada halaman *command window* ketik ntstool lalu tekan enter



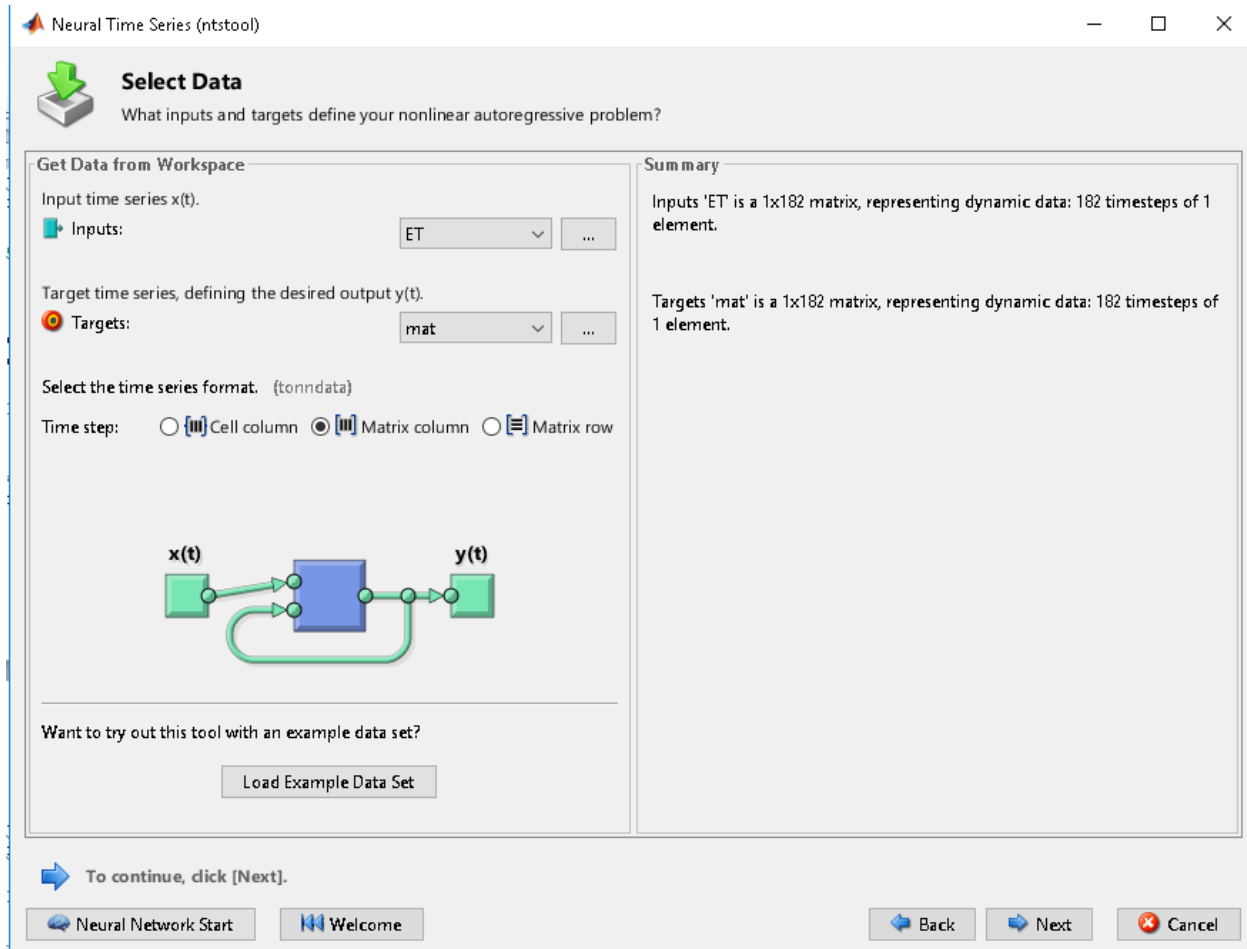
Gambar 3. 2 Tampilan Userinterface MATLAB

2. Pilih model *Nonlinear Autoregressive Exogenous (NARX)* kemudian klik *next* untuk melanjutkan



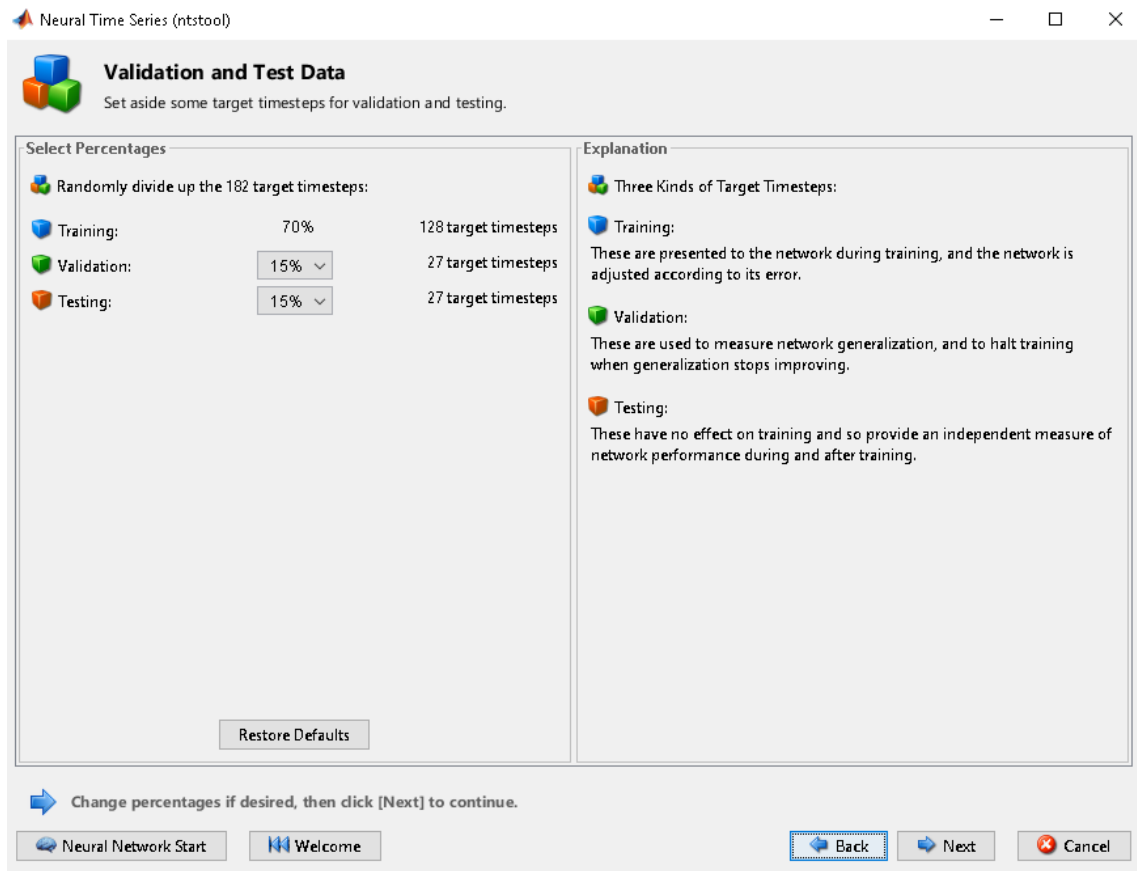
Gambar 3. 3 Tampilan Neural Time Series Tool (ntstool)

3. Masukkan dataset masukan eksogen dalam kolom input dan dataset kedalaman air tanah dalam kolom data target, kemudian pilih format *matrix column* kemudian klik next



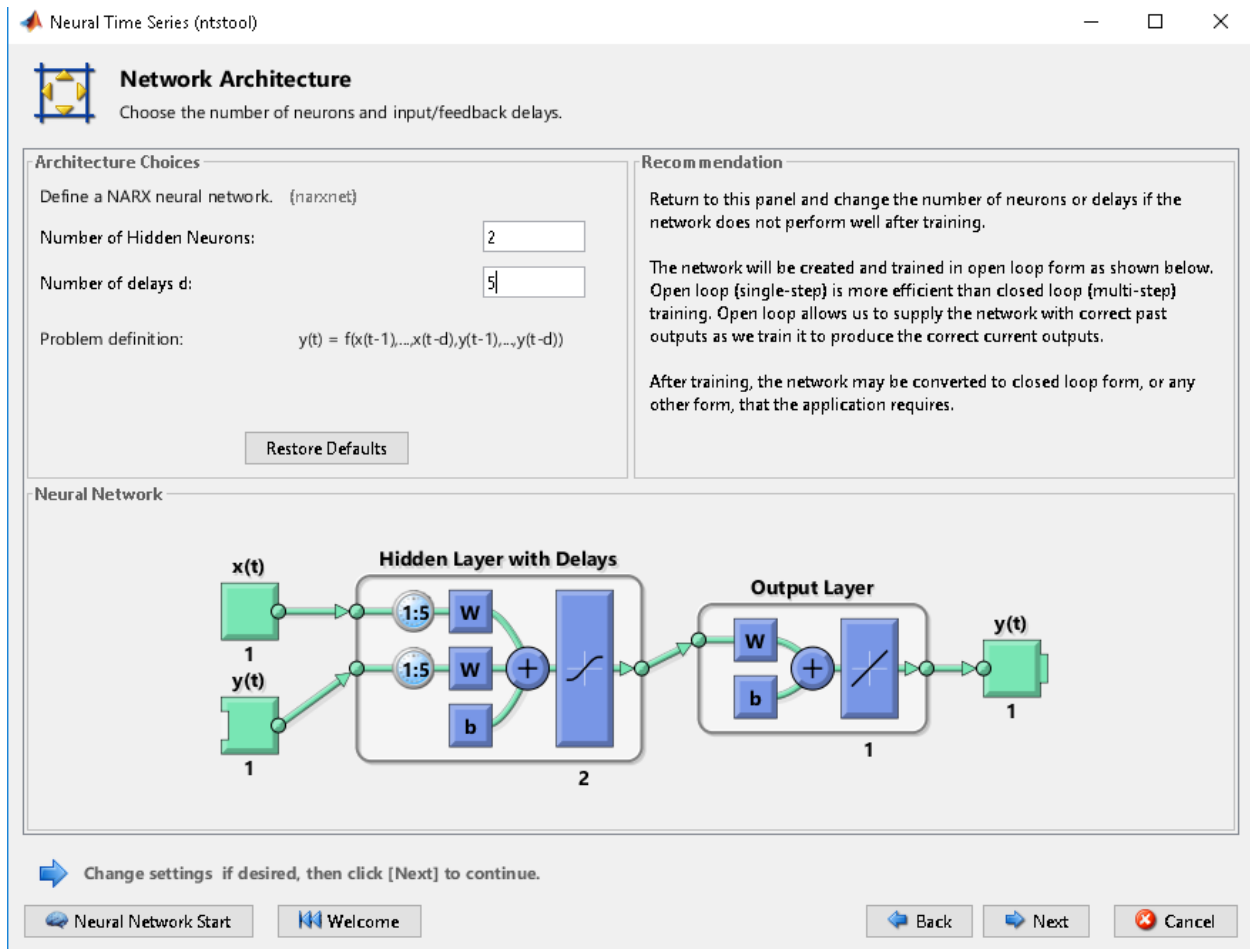
Gambar 3. 4 Tampilan Pemasukan Data

4. Bagi data menjadi 70% data *train* dan 30% data *test*. Kemudian klik *next* untuk melanjutkan



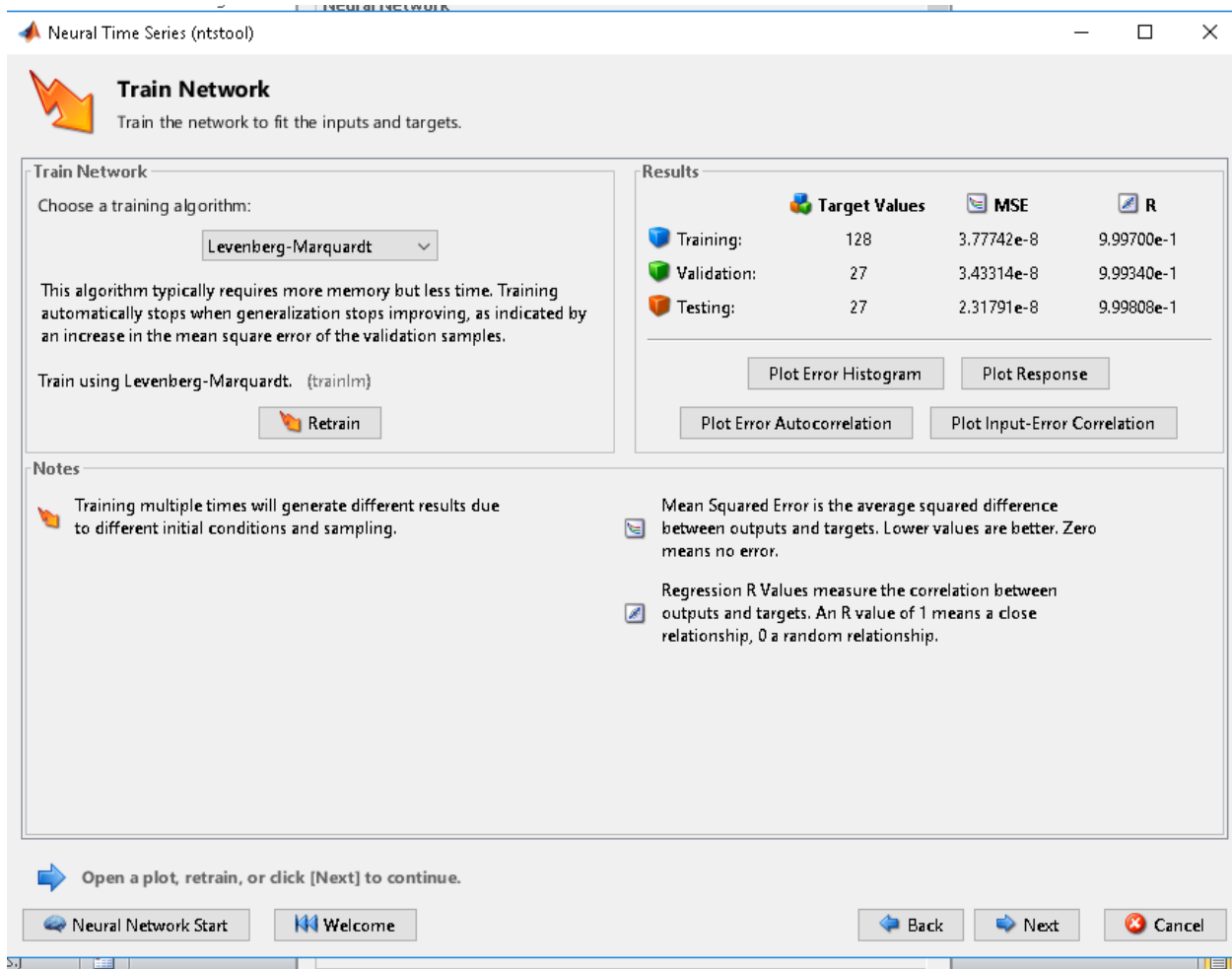
Gambar 3. 5 Tampilan Pemabagian Data

5. Pilih nilai *hidden neurons* dan *time delay* kemudian klik next untuk melanjutkan proses pembuatan model jaringan berdasarkan parameter pemodelan yang telah ditentukan



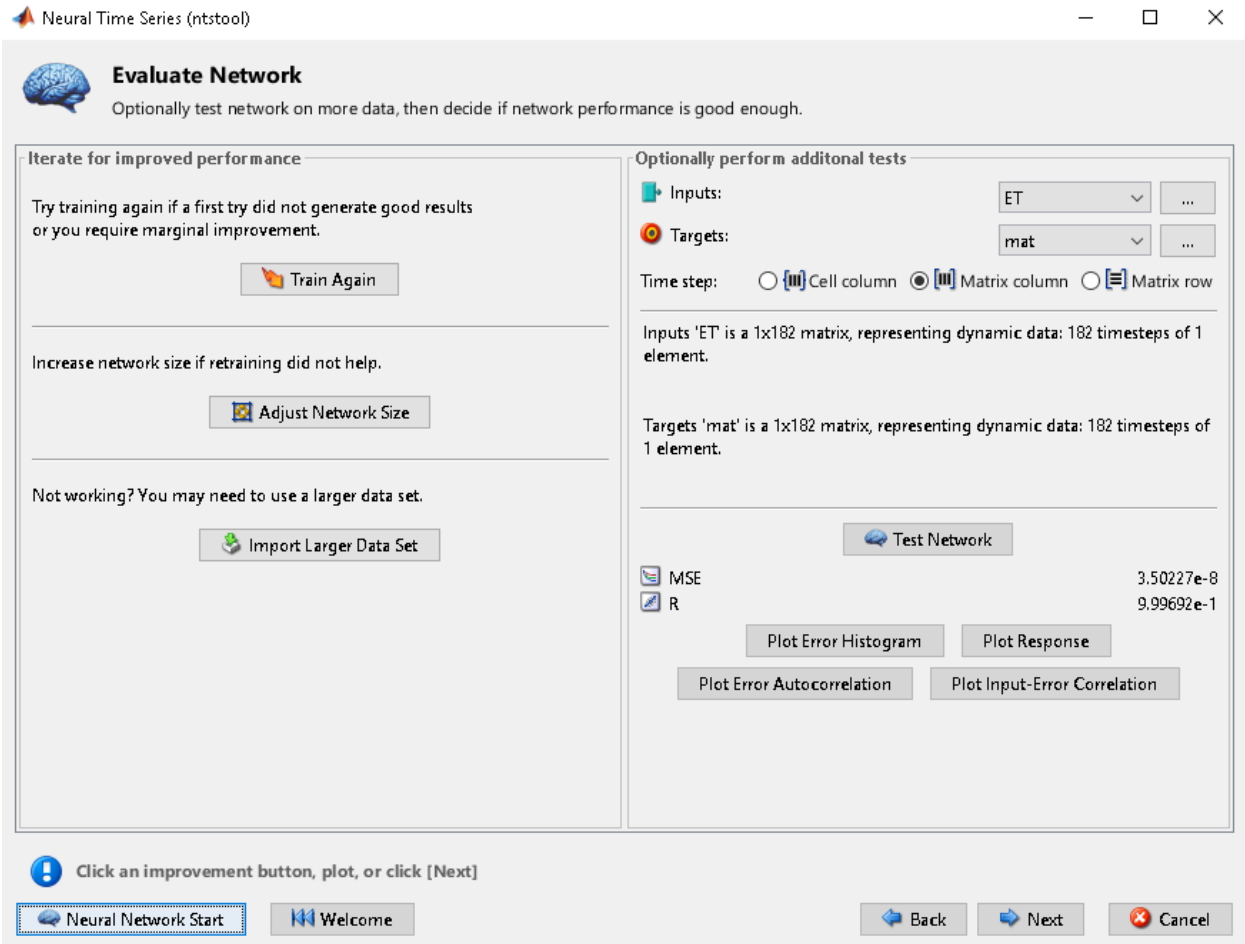
Gambar 3. 6 Tampilan Pemasukan Parameter *Number Neuron* dan *Time Delay*

6. Pilih algoritma pelatihan kemudian klik *retrain* untuk melakukan proses pembuatan model jaringan berdasarkan parameter pemodelan yang telah ditentukan. Maka akan muncul nilai MSE dan R dari hasil pemodelan. Lakukan terus sampai menemukan hasil yang paling optimal



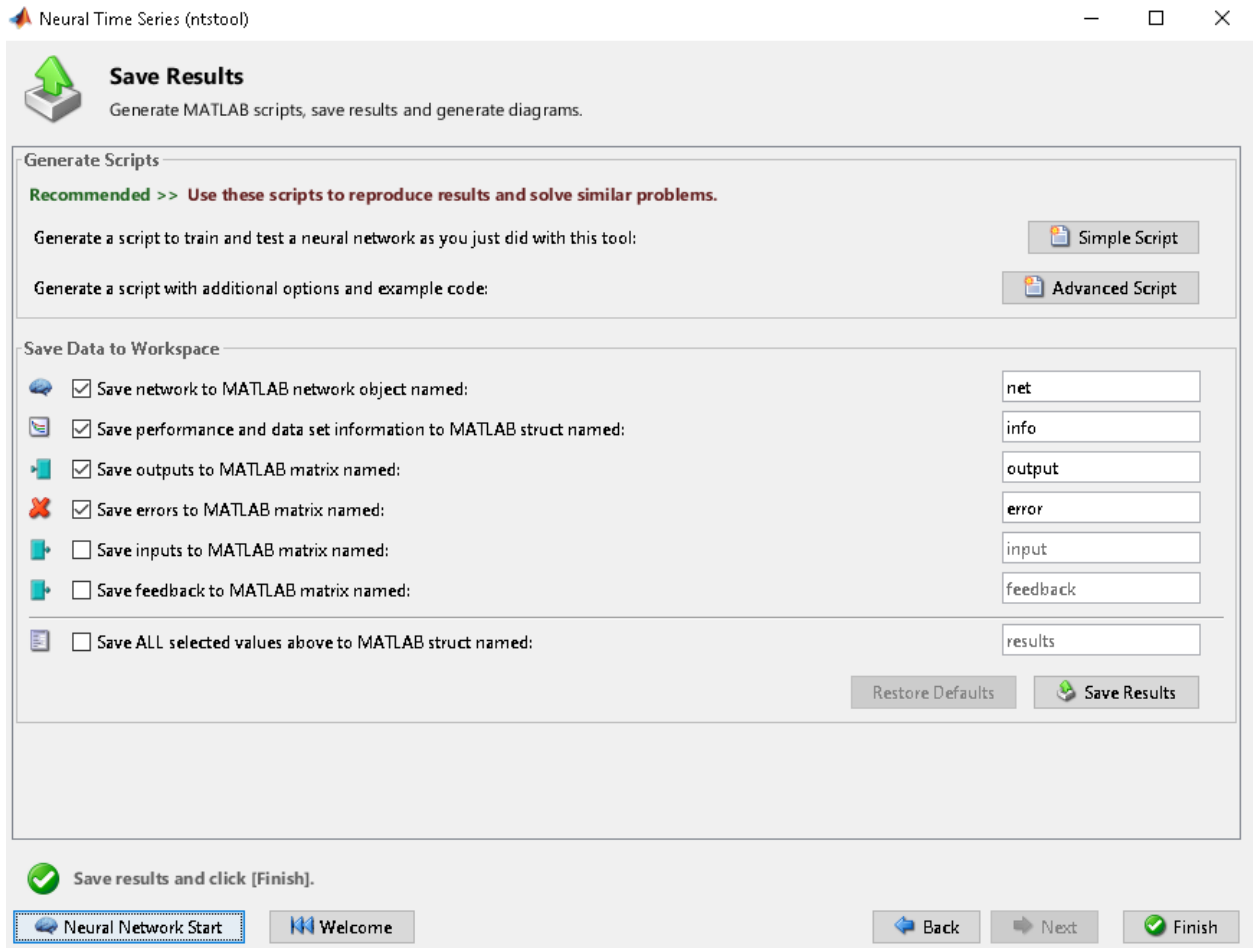
Gambar 3. 7 Tampilan *Train Network*

7. Kemudian masukan kembali data masukan eksogen dan data target kemudian kemudian klik *test network* dan selanjutnya klik next



Gambar 3. 8 Tampilan Validasi Model

8. Untuk menyimpan nilai keluaran prediksi maka klik *save result*



Gambar 3. 9 Tampilan Penyimpanan Hasil

3.4.2 Menggunakan Skrip Koding

Selain menggunakan fasilitas ntstool, dalam MATLAB juga bisa menggunakan skrip koding. Dalam penggunaan skrip koding pemodelan akan sedikit lebih rumit akan tetapi, dalam skrip koding model *NARX* akan dapat dikreasikan sesuai keinginan *programmr*. Adapun untuk skrip koding terlampir dalam **lampiran 5**