

**FLUKTUASI DAN PREDIKSI MUKA AIR TANAH DI CEKUNGAN AIR TANAH
JAKARTA MENGGUNAKAN *NONLINEAR AUTOREGRESSIVE EXOGENOUS (NARX)***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains



Dani Ruswandi

1705678

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2021**

**FLUKTUASI DAN PREDIKSI MUKA AIR TANAH DI CEKUNGAN AIR TANAH
JAKARTA MENGGUNAKAN *NONLINEAR AUTOREGRESSIVE EXOGENOUS (NARX)***

Oleh

Dani Ruswandi

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains

Departemen Pendidikan Fisika Program Studi Fisika

Konsentrasi Fisika Kebumihan

FPMIPA UPI

© Dani Ruswandi

Universitas Pendidikan Indonesia Juli 2021

Hak cipta dilindungi Undang-Undang. Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, difotocopy atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

DANI RUSWANDI

**FLUKTUASI DAN PREDIKSI MUKA AIR TANAH DI CEKUNGAN AIR TANAH
JAKARTA MENGGUNAKAN *NONLINEAR AUTOREGRESSIVE EXOGENOUS (NARX)***

disetujui dan disahkan oleh :

Pembimbing 1



Dr. Selly Feranie, S.Pd., M.Si.

NIP. 197411081999032004

Pembimbing 2



Gumilar Utamas Nugraha, S.Si., M.T.

NIP.199001192019021002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Fisika



Dr. Endi Suhendi, M.Si

NIP. 197905012003121001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Fluktuasi dan Prediksi Muka Air Tanah di Cekungan Air Tanah Jakarta menggunakan *Nonlinear Autoregressive Exogenous (NARX)*” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juli 2021

Yang membuat pernyataan,



Dani Ruswandi

1705678

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur kehadiran Allah SWT karena atas berkah, rahmat, dan Hidayah-Nya lah kita diberi kesempatan untuk merasakan nikmatnya hidup di dunia ini. Tidak lupa pula, sholawat serta salam semoga tercurahlimpahkan kepada junjungan kita semua, yaitu Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah, penulis telah menyelesaikan tugas akhir skripsi ini yang berjudul “Fluktuasi dan Prediksi Muka Air Tanah di Cekungan Air Tanah Jakarta menggunakan *Nonlinear Autoregressive Exogenous (NARX)*”.

Skripsi ini telah disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains. Namun penulis juga menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna. Kritik dan saran sangat ditunggu oleh penulis. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Akhir kata, saya ucapkan terima kasih.

Bandung, Juli 2021



Dani Ruswandi

1705678

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada bagian ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya pada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan selama penulisan skripsi ini, yaitu :

1. Kedua orang tua yang telah mendukung saya selama menempuh pendidikan di Universitas Pendidikan Indonesia.
2. Dr. Endi Suhendi, M.Si. sebagai Ketua Program Studi Fisika.
3. Dr. Selly Feranie, S.Pd., M.Si dan Gumilar Utamas Nugraha. S.Si, M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan semangat, bimbingan, motivasi dan fasilitas.
4. Dr. Mimin Iryanti, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik
5. Seluruh jajaran staff Departemen Pendidikan Fisika
6. Mahasiswa rekan KBK Kebumihan Fisika UPI
7. Semua rekan mahasiswa Departemen Pendidikan Fisika
8. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebut satu persatu, terimakasih atas bantuannya

ABSTRAK

Air tanah Cekungan Air Tanah (CAT) Jakarta menjadi tumpuan penduduk Jakarta dalam pemenuhan kebutuhan air bersihnya maka dari itu perlu dilakukan pemantauan terhadap kuantitas air tanah yang berada di Wilayah CAT Jakarta. Prediksi muka air tanah yang akurat memberikan informasi penting tentang air tanah secara kuantitatif serta memberikan gambaran terkait kondisi akuifernya. Salah satu model yang dapat digunakan untuk memprediksi kedalaman muka air tanah adalah *Non Linear Autoregressive Exogenous (NARX)*. Dalam model *NARX* ini ada beberapa parameter pemodelan yang harus dioptimalkan untuk menghasilkan prediksi model yang akurat. Parameter ini, meliputi : Masukan eksogen, *time delay* dan algoritma optimasi. Hasil prediksi keluaran dari model akan diuji keakuratannya menggunakan nilai *Root Mean Square Error (RMSE)* dan Koefisien Determinasi (R^2). Faktor hidrologi yang akan digunakan sebagai variabel masukan eksogen adalah evaporasi potensial, presipitasi dan kelembapan. Kedalaman muka air tanah yang akan diprediksi yaitu 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. Dari hasil pemodelan menunjukkan bahwa jenis algoritma pelatihan Bayesian Regularization (BR) memiliki hasil yang paling optimal dengan nilai *time delay* 50. Hasil prediksi paling optimal untuk setiap model *NARX* yaitu : masukan eksogen evaporasi potensial dengan nilai $RMSE = 1.02 \times 10^{-6}$ dan $R^2 = 0.999632$; masukan presipitasi $RMSE = 2.79 \times 10^{-5}$ dan $R^2 = 0.999426$; Masukan kelembapan dengan $RMSE = 5.43 \times 10^{-5}$ dan R^2 sebesar 0.999572 ; 3 masukan sekaligus dengan $RMSE = 6.74 \times 10^{-7}$ dan $R^2 = 0.999726$. Dari hasil proyeksi kedalaman muka air tanah dari ke-4 model tersebut memiliki nilai kedalaman yang berbeda akan tetapi, semua model prediksi mengalami tren grafik turun atau bisa dikatakan kedalaman air tanahnya semakin dalam.

Kata Kunci : Muka Air Tanah, *Nonlinear Autoregressive Exogenous*, Prediksi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	6
1.6 Struktur Organisasi Skripsi	6
BAB 2 DASAR TEORI.....	7
2.1 Air Tanah	7
2.1.1 Siklus Hidrologi	8
2.1.2 Karakteristik Akuifer Air Tanah.....	12
2.1.3 Gerakan Air Tanah.....	14
2.1.4 Fluktuasi Muka Air Tanah	15
2.2 Faktor Hidrologi.....	18
2.2.1 Penguapan	18
2.2.2 Presipitasi	19
2.2.3 Kelembapan	19
2.2.4 Infiltrasi.....	20
2.3 Jaringan Saraf Tiruan	21
2.3.1 Definisi Jaringan Saraf Tiruan	21
2.3.2 Jaringan Saraf Otak Manusia	22
2.3.3 Konsep Dasar Pemodelan Jaringan Saraf Tiruan.....	24

2.3.4	Keuntungan	24
2.3.5	Mengaktifkan Jaringan Saraf Tiruan.....	27
2.3.6	Arsitektur jaringan	28
2.4	<i>Non Linear Autoregressive With Exogenous Input (NARX)</i>	31
2.4.1	Identifikasi Sistem.....	31
2.4.2	<i>Nonlinear Autoregressive Exogenous (NARX)</i>	33
2.4.3	Normalisasi Data.....	34
2.4.4	<i>Training Algorihms</i>	35
2.4.5	Validation Model	36
2.5	Cekungan Air Tanah Jakarta.....	37
2.5.1	Geologi Cekungan Air Tanah Jakarta.....	38
2.5.2	Hidrogeologi Cekungan Air Tanah Jakarta	41
BAB 3 METODE PENELITIAN		45
3.1	Data dan Sumber Data	45
3.2	<i>Design</i> Penelitian	46
3.3	Diagram Alur Penelitian	46
3.4	Penggunaan MATLAB	50
3.4.1	Menggunakan <i>Neural Time Series Tool (ntstool)</i>	50
3.4.2	Menggunakan Skrip Koding	57
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		58
4.1	<i>Pre Procesing Data</i>	58
4.2	Hasil	60
4.2.1	Masukan Evaporasi Potensial	60
4.2.2	Masukan Presipitasi	63
4.2.3	Masukan Kelembapan.....	65
4.2.4	Masukan Evaporasi Potensial, Presipitasi, dan Kelembapan.....	67
4.3	Pembahasan.....	69
4.3.1	Masukan Evaporasi Potensial	70
4.3.2	Masukan Presipitasi	72
4.3.3	Masukan Kelembapan.....	73
4.3.4	Masukan Evaporasi Potensial, Presipitasi, dan Kelembapan.....	74
BAB 5 PENUTUP		76

5.1	Kesimpulan	76
5.2	Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA		77
LAMPIRAN.....		80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus Hidrologi (Hartini, 2017)	9
Gambar 2. 2 Neraca Keseimbangan Air (Rushton, 2005)	11
Gambar 2. 3 Kedudukan Tipe Akuifer	13
Gambar 2. 4 Penurunan Air Tanah (Syahrudin, 2011)	16
Gambar 2. 5 Prinsip Keseimbangan Air (Takahashi, 2017)	17
Gambar 2. 6 Struktur Dasar Jaringan Saraf Tiruan dan Struktur Sederhana Sebuah Neuron (Haykin, 2009)	23
Gambar 2. 7 Model Tiruan Sebuah Neuron (Marshall & Oliver, 1995).....	24
Gambar 2. 8 Model Neuron Nonlinear	27
Gambar 2. 9 Grafik Fungsi Threshold	28
Gambar 2. 10 Grafik Fungsi Sigmoid.....	28
Gambar 2. 11 <i>Single-Layer Feedforward Networks</i>	29
Gambar 2. 12 <i>Multilayer Feedforward Network</i>	30
Gambar 2. 13 <i>Recurrent Networks</i>	30
Gambar 2. 14 Sistem Linear	32
Gambar 2. 15 Sistem Non Linear.....	33
Gambar 2. 16 Kontruksi Jaringan <i>NARX</i> (Di Nunno & Granata, 2020).....	34
Gambar 2. 17 Peta CAT Jakarta.....	37
Gambar 2. 18 Kondisi Geologi CAT Jakarta (Deninom, dkk, 2015)	39
Gambar 2. 19 Peta Geologi CAT Jakarta (Badan Geologi).....	40
Gambar 2. 20 CAT Jakarta (Badan Geologi).....	42
Gambar 2. 21 Hidrogeologi Cekungan Air Tanah Jakarta (Soekardi, 1986).....	43
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	47
Gambar 3. 2 Tampilan <i>Userinterface</i> MATLAB.....	51
Gambar 3. 3 Tampilan <i>Neural Time Series Tool (nstool)</i>	51
Gambar 3. 4 Tampilan Pemasukan Data.....	52
Gambar 3. 5 Tampilan Pembagian Data	53
Gambar 3. 6 Tampilan Pemasukan Parameter <i>Number Neuron</i> dan <i>Time Delay</i>	54
Gambar 3. 7 Tampilan <i>Train Network</i>	55
Gambar 3. 8 Tampilan Validasi Model.....	56
Gambar 3. 9 Tampilan Penyimpanan Hasil	57
Gambar 4. 1 Grafik Muka Air Tanah.....	58

Gambar 4. 2 Grafik Presipitasi.....	58
Gambar 4. 3 Grafik Evaporasi Potensial.....	59
Gambar 4. 4 Grafik Kelembapan.....	59
Gambar 4. 5 Respon Jaringan Model 1.....	61
Gambar 4. 6 Proyeksi Nilai Model 1.....	63
Gambar 4. 7 Respon Jaringan model 2.....	64
Gambar 4. 8 Hasil Proyeksi Model 2.....	65
Gambar 4. 9 Respon Jaringan Model 3.....	66
Gambar 4. 10 Hasil Proyeksi Model 3.....	67
Gambar 4. 11 Respon Jaringan Model 4.....	68
Gambar 4. 12 Hasil Proyeksi Model 4.....	69
Gambar 4. 13 Prediksi Model 1.....	71
Gambar 4. 14 Prediksi Model 2.....	73
Gambar 4. 15 Prediksi Model 3.....	74
Gambar 4. 16 Prediksi Model 4.....	75

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