

**MODEL PREDIKSI KETINGGIAN PERMUKAAN PINTU AIR SUNGAI
CILIWUNG DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LONG SHORT-TERM*
*MEMORY***

**Tesis
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Pascasarjana S-2 Program Studi
Magister Sistem Informasi**



MOH HASYIMI

30000320410013

**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

**MODEL PREDIKSI KETINGGIAN PERMUKAAN PINTU AIR
SUNGAI CILIWUNG DENGAN MENGGUNAKAN METODE
LONG SHORT-TERM MEMORY**

Oleh:

MOH HASYIMI

30000320410013

Telah diujikan dan dinyatakan lulus ujian tesis pada tanggal 7 Maret 2023 oleh tim penguji Program Studi Magister Sistem Informasi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro.

Semarang, 7 Maret 2023

Menyetujui,

Penguji I



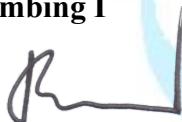
Rully Rahadian, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 197207022000031001

Penguji II



Prof. Dr. Rahmat Gernowo, M.Si.
NIP. 196511231994031003

Pembimbing I



Prof. Drs. Mustafid, M.Eng., Ph.D
NIP. 195505281980031002

Pembimbing II



Farikhin, M.Si., Ph.D
NIP. 197312202000121001

Mengetahui :

**Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Diponegoro**

**Ketua Program Studi
Magister Sistem Informasi**

Dr. R.B. Sularto, S.H., M.Hum
NIP. 196701011991031005

Bayu Surarso, M. Sc. Ph.D.
NIP. 19631105198803100

**PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moh Hasyimi
NIM : 30000320410013
Program Studi : Magister Sistem Informasi
Program : Sekolah Pascasarjana
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Model Prediksi Ketinggian Air di Semua Pintu Muka Air Sungai Ciliwung Dengan Menggunakan Metode Long Short-Term Memory

Berserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Magister Sistem Informasi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) merawat, dan mempublikasikan tesis saya selama mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Dibuat di : Semarang
Pada tanggal : 20 Maret 2023
Yang menyatakan

A handwritten signature in black ink is written over a yellow postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '20 METERAI TEMPEL' and 'D7C78AKX345523042'.

MOH HASYIMI
NIM. 30000320410013

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang 20 Maret 2023

Tanda tangan dengan materai



MOH HASYIMI
NIM. 30000320410013

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis tetap dalam keadaan sehat. Shalawat serta salam tidak lupa penulis haturkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa dunia dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang seperti yang kita rasakan saat ini.

Penyusunan tesis dengan judul **Model Prediksi Ketinggian Permukaan Pintu Air Sungai Ciliwung Dengan Menggunakan Metode Long Short-Term Memory** merupakan tesis yang penulis susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar magister strata dua pada magister sistem informasi, universitas diponegoro.

Dalam penyusunan tesis ini penulis telah mendapat banyak bantuan dan bimbingan serta semangat dari berbagai pihak. Tanpa bantuan dari berbagai pihak, tentunya proses penyusunan tesis ini akan sangat sulit untuk diselesaikan. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Drs. Mustafid, M.Eng., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan motivasi serta ilmu bimbingannya sehingga tesis ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Farikhin, M.Si., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan masukan serta ilmu dan bimbingannya dalam menyelesaikan tesis ini.
3. Bapak Dr. R. B. Sularto, S. H., M. Hum selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro.
4. Bapak Drs. Bayu Surarso, M. Sc. Ph.D. selaku Ketua Program Studi Sekolah Pascasarjana Magister Sistem Informasi Universitas Diponegoro.
5. Dosen-dosen Program Studi Magister Sistem Informasi yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
6. Kedua orang tua penulis, yang senang tiasa selalu memberikan semangat, dukungan, dan doa yang tak henti-hentinya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

7. Teman-teman Prodi Magister Sistem Informasi yang telah mendukung dan memotivasi penulis untuk menyelesaikan tesis ini.
8. Serta seluruh pihak-pihak yang terkait dan telah berjasa membantu menyelesaikan tesis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu namun tidak mengurangi sedikitpun rasa hormat dan terimakasih dari penulis.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan tesis ini, terutama dalam penggunaan bahasa dan juga susunannya, untuk itu penulis memohon pembaca untuk memaklumi kekurangan ini.

Akhir kata penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya, Amin.

Wassalamualaikum Wr. Wb

Semarang, 20 Maret 2023



MOH HASYIMI
NIM. 30000320410013

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT.....	xi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	4
1.3. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Dasar-Dasar Teori	6
2.2.1 Deep Learning.....	6
2.2.2 Recurrent Neural Networks (RNN)	7
2.2.3 Long Short-Term Memory (LSTM).....	8
2.2.4 Pengoptimalan Adam.....	13

2.2.5	Evaluasi Akurasi Model Prediksi.....	15
2.2.6	Ketinggian Permukaan Air.....	15
2.2.7	Sungai Ciliwung.....	16
BAB III	.....	17
METODE PENELITIAN	.....	17
3.1	Bahan Dan Alat Penelitian	17
3.2	Prosedur Penelitian.....	18
3.2.1	Akuisisi/Pengumpulan Data.....	18
3.2.2	Pra-Pengolahan Data.....	19
3.2.3	Pelatihan Dan Pengujian Model.....	20
3.3	Kerangka Sistem Informasi	21
BAB IV	.....	24
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	.....	24
4.1	Hasil Penelitian.....	24
4.1.1	Pemilihan Data Observasi	24
4.1.2	Pembuatan Dan Implementasi Model LSTM	27
4.2	Evaluasi Akurasi Model Prediksi	40
4.3	Pembahasan	42
BAB V	.....	51
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	.....	53
LAMPIRAN	.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) Proses perulangan RNN (b) Multi salinan jaringan RNN	8
Gambar 2.2 Perulangan empat layer LSTM	9
Gambar 2.3 Arsitektur model LSTM	9
Gambar 2.4 (a) <i>Cell state</i> pada LSTM (b) <i>Sigmoid</i> layer pada LSTM	10
Gambar 2.5 <i>Forget gate</i> layer LSTM	10
Gambar 2.6 <i>Input gate</i> layer dan <i>tanh</i> layer LSTM	11
Gambar 2.7 Pembuatan <i>cell state</i> baru	12
Gambar 2.8 Pembuatan <i>output gate</i>	13
Gambar 3.1 Prosedur penelitian model prediksi ketinggian permukaan air sungai dengan metode LSTM	18
Gambar 3.2 Kerangka sistem informasi prediksi ketinggian permukaan air model metode LSTM	22
Gambar 4.1 Hasil prediksi data latih	36
Gambar 4.2 Hasil prediksi data uji	39
Gambar 4.3 Ramalan permukaan air Bendung Cibolak Gadok 24 jam	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan pustaka	6
Tabel 2.2 Keterangan seluruh notasi pada formula optimasi Adam	14
Tabel 2.3 Nama-nama pintu air sungai Ciliwung	16
Tabel 3.1 Variabel pada dataset yang digunakan.....	17
Tabel 4.1 Contoh tampilan data aktual	25
Tabel 4.2 Contoh data latih sesudah dinormalisasi.....	26
Tabel 4.3 Contoh data uji sesudah dinormalisasi.....	27
Tabel 4.4 Inisialisasi parameter bobot awal LSTM	28
Tabel 4.5 Inisialisasi bobot berulang dan bias awal LSTM.....	29
Tabel 4.6 Contoh data yang digunakan model LSTM.....	29
Tabel 4.7 Hasil pelatihan model dengan menggunakan <i>GridSearchCV</i>	33
Tabel 4.8 Hasil nilai parameter terbaik	34
Tabel 4.9 Hasil perhitungan formula LSTM dengan data latih	35
Tabel 4.10 Hasil perhitungan formula LSTM dengan data uji	38
Tabel 4.11 Perbandingan hasil prediksi dengan data aktual	39
Tabel 4.12 Perintah mencari nilai evaluasi MAPE	41
Tabel 4.13 Nilai evaluasi akurasi MAPE data latih dan uji	42
Tabel 4.14 Perintah melakukan peramalan ketinggian permukaan air sungai.....	43
Tabel 4.15 Peramalan 24 jam diwaktu yang akan datang.....	44

ABSTRAK

Ketinggian air sangat besar efeknya untuk pertimbangan banyak hal seperti pembangunan, kehidupan sosial, ekonomi, kesehatan, bahkan terhadap infrastruktur dan hal lainnya. Tinggi atau rendahnya ketinggian permukaan air juga menjadi pertimbangan didalam membuat keputusan terkait berbagai hal yang akan diambil dan dilakukan. Long Short-Term Memory merupakan metode data mining yang banyak diimplementasikan pada penelitian dikarenakan memiliki kemampuan yang baik dalam melakukan prediksi. Penelitian ini bertujuan membuat model prediksi ketinggian permukaan air sungai menggunakan algoritma LSTM dengan memanfaatkan data history time-series untuk mendapatkan hasil prediksi ketinggian air diwaktu yang akan datang. Penggunaan metode LSTM menunjukkan keberhasilan dalam membuat model prediksi ketinggian permukaan air sungai menggunakan data history, setelah model dilakukan pengoptimalan menggunakan metode Adam menunjukkan perubahan nilai yang lebih baik. Evaluasi menggunakan MAPE menunjukkan perubahan hasil yang cukup baik dengan 19,2% untuk dataset latih sedangkan dataset uji bernilai 14.8% termasuk juga nilai hasil akurasi peramalan diwaktu yang akan datang sebesar 5,8%. Nilai akurasi yang didapat menunjukkan hasil yang konsisten dari hasil masing-masing dataset pelatihan, pengujian dan peramalan yang dilakukan diwaktu yang akan datang.

Kata Kunci: Ciliwung, Prediksi ketinggian air, Long Short-Term Memory, Time Series, Machine Learning

ABSTRACT

The water level has a very large effect for consideration of many things such as development, social life, economy, health, even infrastructure and other things. High or low water level is also a consideration in making decisions regarding various things to be taken and carried out. Long Short-Term Memory is a data mining method that is widely implemented in research because it has a good ability to make predictions. This study aims to create a predictive model for river water level using the LSTM algorithm by utilizing historical time-series data to obtain predictions of water level in the future. The use of the LSTM method shows success in making a predictive model of river water level using historical data, after the model is optimized using the Adam method it shows a better value change. Evaluation using MAPE shows a fairly good change in results with 19.2% for the training dataset while the test dataset is worth 14.8% including the resulting value of future forecasting accuracy of 5.8%. The accuracy value obtained shows consistent results from the results of each training, testing and forecasting dataset that will be carried out in the future.

Keywords: Ciliwung, Water Level Prediction, Long Short-Term Memory, Time Series, Machine Learning