

**PREDIKSI JARAK PANDANG MENDATAR UNTUK CUACA
PENERBANGAN DI BANDARA SULTAN MAHMUD
BADARUDDIN II PALEMBANG**



TESIS

**FADEL MUHAMMAD MADJID
ENTERPRISE IT INFRASTRUCTURE
192420052**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA – S2
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BINA DARMA
PALEMBANG
2022**

**PREDIKSI JARAK PANDANG MENDATAR UNTUK CUACA
PENERBANGAN DI BANDARA SULTAN MAHMUD
BADARUDDIN II PALEMBANG**

Tesis ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar

MAGISTER KOMPUTER



**FADEL MUHAMMAD MADJID
ENTERPRISE IT INFRASTRUCTURE
192420052**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA – S2
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BINA DARMA
PALEMBANG
2022**

Halaman Pengesahan Pembimbing Tesis

Judul Tesis: PREDIKSI JARAK PANDANG MENDATAR UNTUK CUACA
PENERBANGAN DI BANDARA SULTAN MAHMUD
BADARUDDIN II PALEMBANG

Oleh FADEL MUHAMMAD MADJID NIM 192420052 Tesis ini telah disetujui
dan disahkan oleh Tim Pengaji Program Studi Teknik Informatika - S2
Konsentrasi ENTERPRISE IT INFRASTRUCTURE, Program Pascasarjana
Universitas Bina Darma pada 29 Maret 2022 dan telah dinyatakan LULUS.

Mengetahui,

Program Studi Teknik Informatika – S2

Universitas Bina Darma

Ketua,



Dr. Edi Surya Negara, M.Kom

Pembimbing,



Tri Basuki Kurniawan, S.Kom, M.Eng., Ph.D.

Halaman Pengesahan Penguji Tesis

Judul Tesis: PREDIKSI JARAK PANDANG MENDATAR UNTUK CUACA
PENERBANGAN DI BANDARA SULTAN MAHMUD
BADARUDDIN II PALEMBANG

Oleh FADEL MUHAMMAD MADJID NIM 192420052 Tesis ini telah disetujui
dan disahkan oleh Tim Penguji Program Studi Teknik Informatika – S2
konsentrasi Enterprise IT Infrastructure, Program Pascasarjana Universitas Bina
Darma pada 29 Maret 2022 dan telah dinyatakan LULUS.

Palembang, 29 Maret 2022

Mengetahui,

Tim Penguji:

Program Pascasarjana

Universitas Bina Darma

Direktur,



Prof. Hj. Isnawijayani, M.Si., Ph.D.

Penguji I,

.....
Tri Basuki Kurniawan, S.Kom,
M.Eng., Ph.D.

Penguji II,

.....
Dr. Edi Surya Negara, M.Kom.

Penguji III,

.....
Dr. Yesi Novaria Kunang, S.T.,
M.Kom.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : FADEL MUHAMMAD MADJID
NIM : 192420052

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Karya tulis Saya Tesis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik Magister di Universitas Bina Darma;
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian Saya sendiri dengan arahan tim pembimbing;
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dikutip dengan mencantumkan nama pengarang dan memasukkan ke dalam daftar pustaka;
4. Karena yakin dengan keaslian karya tulis ini, Saya menyatakan bersedia Tesis yang Saya hasilkan di unggah ke internet;
5. Surat Pernyataan ini Saya tulis dengan sungguh-sungguh dan apabila terdapat penyimpangan atau ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka Saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, 29 Maret 2022

Yang Membuat Pernyataan,



FADEL MUHAMMAD MADJID
NIM: 192420052

ABSTRAK

Stasiun Meteorologi Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang merupakan unit pelaksana tugas BMKG dalam melayani cuaca penerbangan di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang. Salah satu parameter cuaca adalah *visibility* (jarak mendatar) yang dilaporkan setiap 30 menit. *Visibility* merupakan salah satu faktor krusial dalam keselamatan sistem transportasi salah satunya penerbangan. *Visibility* rendah dapat berakibat pada gangguan lalu lintas transportasi hingga kecelakaan. Akan tetapi dalam membuat sebuah prakiraan cuaca cukup rumit karena adanya variabilitas masing-masing parameter cuaca. Penelitian ini berupaya untuk membuat prakiraan *visibility* dengan menggunakan model MLP dan LSTM. Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah suhu, tekanan, kelembaban, dew point, kecepatan angin serta *visibility*. Data selama 24 jam tersebut digunakan untuk memprediksi *visibility* 3 jam kedepan, 6 jam ke depan serta 12 jam ke depan. Setelah itu, perbandingan antar metode dilakukan untuk mendapatkan metode yang paling bagus dalam memprakirakan *visibility*.

Kata kunci: *Visibility, prakiraan, MLP, LSTM*

ABSTRACT

The Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang Meteorological Station is the BMKG task force unit in serving the aviation weather at Sultan Mahmud Badaruddin II Airport Palembang. One of the weather parameters is visibility (horizontal distance) which is reported every 30 minutes. Visibility is one of the crucial factors in the safety of the transportation system, one of which is aviation. Low visibility can result in transportation traffic disruptions to accidents. However, making a weather forecast is quite complicated because of the variability of each weather parameter. This study attempts to forecast visibility using the MLP and LSTM models. In this study the data used are temperature, pressure, humidity, dew point, wind speed and visibility. The data for 24 hours is used to predict visibility for the next 3 hours, 6 hours and 12 hours ahead. After that, a comparison between methods is carried out to get the best method in predicting visibility.

Keywords: Visibility, forecast, MLP, LSTM

MOTTO DAN HALAMAN PERSEMBAHAN

Semenjak manusia lahir arti hidup adalah belajar,
namun jangan lupa untuk saling berkompetisi.

Kupersembahkan Tesis ini untuk:

1. Ana Amirotun Solihah (Istri tercinta)
2. Kedua pasang orang tua, bapak dan ibu
3. Kakak-kakak dan adik
4. Kelurga Bambang Hariyadi dan Sumanto

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya, sehingga tesis yang berjudul “**Prediksi Jarak Pandang Mendatar Untuk Cuaca Penerbangan di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang**” dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Dalam penulisan tesis ini penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan maupun kesalahan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik, saran serta masukan yang membangun dari pembaca sekalian. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Isnawijayani, M.Si. selaku Direktur Pascasarjana Universitas Bina Darma;
2. Dr. Edi Surya Negara, M.Kom. selaku ketua Program Studi Magister Teknik Informatika Universitas Bina Darma dan dosen penguji yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penulisan tesis ini;
3. Tri Basuki Kurniawan, Ph.D., sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan untuk penulisan tesis ini;
4. Dr. Yesi Novaria Kunang, S.T., M.Kom. Selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan untuk penulisan tesis ini;
5. Dessindra Deddy Kurniawan, S.P., selaku kepala Stasiun Meteorologi Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang yang telah memberikan saran dalam melakukan penelitian ini;
6. Orang tua, keluarga, kerabat dan teman-teman seperjuangan MTI 22 yang telalu memberikan dukungan dalam penelitian ini.

Akhir kata semoga penelitian ini berguna bagi pembaca. Terimakasih.

Palembang, 29 Maret 2022

Penulis,

Fadel Muhammad Madjid

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING TESIS	i
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI TESIS	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
MOTTO DAN HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi masalah	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Rumusan Masalah	4
1.5. Tujuan Penelitian	5
1.6. Manfaat Penelitian	5
1.7. Sistematika Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1. Cuaca	7

2.1.1. Suhu	7
2.1.2. Kelembaban relatif	8
2.1.3. Tekanan	10
2.1.4. <i>Dew point</i>	11
2.1.5. <i>Visibility</i>	11
2.2. <i>Machine Learning</i>	13
2.2.1. <i>Supervised</i>	13
2.2.2. <i>Unsupervised</i>	14
2.2.3. <i>Reinforcement learning</i>	14
2.3. <i>Deep Learning</i>	15
2.3.1. <i>Deep learning</i>	15
2.3.2. Fungsi aktivasi	16
2.3.3. Pelatihan	17
2.3.4. MLP	17
2.3.5. LSTM	20
2.4. Deret waktu	23
2.5. <i>Sliding window</i>	24
2.6. Penelitian Sebelumnya	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.2. Diagram alir penelitian	32
3.3. Pengambilan data	33
3.4. Pra proses data	33

3.5. Pembagian data	33
3.6. Normalisasi data	34
3.7. Pemodelan	35
3.8. Evaluasi model	38
3.9. Perangkat penelitian	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1. Eksplorasi data	40
4.2. Perbandingan MLP dan LSTM	45
4.2.1. Prediksi 3 jam ke depan	45
4.2.2. Prediksi 6 jam ke depan	52
4.2.3. Prediksi 12 jam ke depan	59
4.3. Pembahasan	66
4.3.1. Implementasi prakiraan ke instansi	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	70
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	73
LAMPIRAN	74

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Set data penelitian	40
Tabel 4.2. Ringkasan statistik set data	42
Tabel 4.3. Pemilihan <i>node hidden layer</i> MLP 3 jam	46
Tabel 4.4. Pemilihan <i>node hidden layer</i> LSTM 3 jam	47
Tabel 4.5. Pemilihan <i>node hidden layer</i> MLP 6 jam	53
Tabel 4.6. Pemilihan <i>node hidden layer</i> LSTM 6 jam	54
Tabel 4.7. Pemilihan <i>node hidden layer</i> MLP 12 jam	60
Tabel 4.8. Pemilihan <i>node hidden layer</i> LSTM 12 jam	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Seri data suhu dan kelembaban	10
Gambar 2.2.	Arsitektur ANN	15
Gambar 2.3.	MLP	18
Gambar 2.4.	LSTM	20
Gambar 2.5.	Restrukturasi set data	24
Gambar 2.6.	Restrukturasi set data <i>multivariate time series</i>	26
Gambar 2.7.	Restrukturasi set data <i>multi-step forecast</i>	27
Gambar 3.1.	Lokasi Penelitian	31
Gambar 3.2.	Diagram alir penelitian	32
Gambar 3.3.	Desain LSTM	37
Gambar 3.4.	Desain MLP	37
Gambar 4.1.	Plot data tiap parameter	41
Gambar 4.2.	Hasil normalisasi data	43
Gambar 4.3.	Heatmap korelasi antar parameter	44
Gambar 4.4.	<i>Epoch</i> dan plot data aktual vs data prediksi LSTM 3 jam	49
Gambar 4.5.	<i>Epoch</i> dan plot data aktual vs data prediksi MLP 3 jam	50
Gambar 4.6.	<i>Epoch</i> dan plot data aktual vs data prediksi LSTM 6 jam	56
Gambar 4.7.	<i>Epoch</i> dan plot data aktual vs data prediksi MLP 6 jam	57
Gambar 4.8.	<i>Epoch</i> dan plot data aktual vs data prediksi LSTM 12 jam	63
Gambar 4.9.	<i>Epoch</i> dan plot data aktual vs data prediksi MLP 12 jam	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Model MLP prediksi 3 jam ke depan	74
Lampiran 2.	Model LSTM prediksi 6 jam ke depan	77
Lampiran 3.	Model LSTM prediksi 12 jam ke depan	80
Lampiran 4.	Model MLP prediksi 3 jam ke depan	82
Lampiran 5.	Model MLP prediksi 6 jam ke depan	85
Lampiran 6.	Model MLP prediksi 12 jam ke depan	88
Lampiran 7.	Bukti submit jurnal	91
Lampiran 8.	Lembar Perbaikan Tesis	92