

## DETEKSI JARAK PANDANG AMAN SEBAGAI ACUAN UNTUK KESELAMATAN PENERBANGAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE **BACKPROPAGATION**

Moch Rizki Kurniawan Hakim<sup>1</sup>, Aris Fanani<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Matematika, SAINTEK, UIN Sunan Ampel  
Surabaya, Indonesia

e-mail: mriski.khakim@gmail.com<sup>1</sup>, arisfa@uinsby.ac.id<sup>2</sup>

Received : September, 2018

Accepted : September, 2018

Published : Oktober, 2018

### **Abstract**

*Delay is a term used when the flight schedule late while depart or arrive. Delay causes due to bad weather, technical problems on the plane, uncompleted crew, and others. Delay is procedure to avoid unexpected condition for example is accidents. Bad weather is the the one of delay reason difficult to estimated or detected because relativity variable of each hour. Bad weather can be detected by the air visibility. According to the official standart of transportation the minimum distance of visibility is 5 kilometers. While distance less than for flight safety, can be categorized as danger. Therefore, the purpose of this research is to know early when the flight has to be delayed or not. Therefore to detect a weather condition can be use backpropagation method which can be identified through several factors such as wind speed, humidity, and temperature in the air. Based on this research using 720 data, obtained a high accuracy of 95.71%, recall of 97.81%, and precision of 94.98%. With learning rate of 0.1 and hidden layer as much as 100, which shows that the detection of visibility has a very good performance. Therefore the model can be used for the detection of the visibility of the safe.*

**Keywords:** Flight Safety, Delay, Bacpropagation.

### **Abstrak**

*Delay adalah sebuah istilah yang digunakan ketika pesawat mengalami keterlambatan saat terbang maupun mendarat beberapa penyebabnya antara lain karena cuaca buruk, masalah teknis pada pesawat, belum lengkapnya awak pesawat, dan lain-lain. Delay diberlakukan untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan seperti halnya kecelakaan. Cuaca buruk adalah salah satunya penyebab delay yang jika diperkirakan atau dideteksi, akibat dari kondisi yang relatif berubah-ubah tiap jamnya. Salah satu cara untuk mendeteksi cuaca buruk adalah dengan melihat jarak pandang di udara yang menurut peraturan dinas perhubungan untuk jarak aman di atas 5 kilometer sementara di bawahnya di katakan bahaya. Sehingga, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui lebih awal kapan penerbangan harus ditunda atau tidak. Sehingga untuk menyatakan sebuah kondisi cuaca di katakan aman untuk penerbangan salah satunya bisa dengan menggunakan metode backpropagation yang bisa di identifikasi melalui beberapa faktor seperti kecepatan angin, kelembapan udara, dan suhu diudara. Berdasarkan penelitian dengan menggunakan 720 data, didapatkan akurasi yang tinggi yakni sebesar 95,71%, recall sebesar 97,81% dan presisi sebesar 94,98%. Target pembelajaran sebesar 0,1 dan hidden layer sebanyak 100, yang menunjukkan bahwa deteksi jarak pandang memiliki performa yang sangat baik. Sehingga model dapat dipakai untuk deteksi jarak pandang aman.*

**Kata Kunci:** Keselamatan Penerbangan, Delay, Backpropagation

## 1. PENDAHULUAN

*Delay* adalah istilah yang digunakan jika pesawat mengalami keterlambatan melebihi jam berangkat atau jam tiba yang ditetapkan. Berdasarkan peraturan menteri PM no 89 tahun 2015 secara umum *delay* terjadi akibat empat faktor yakni faktor *airline*, faktor teknis, faktor cuaca dan faktor yang lain. Faktor *airline* adalah faktor yang disebabkan oleh maskapai penerbangan yang meliputi keterlambatan pilot, *co-pilot*, dan awak kabin, keterlambatan jasa boga, keterlambatan penanganan di darat, menunggu penumpang, baik yang *check in*, transfer, atau penerbangan lanjutan, dan ketidaksiapan pesawat udara. Sementara faktor teknis adalah faktor yang disebabkan oleh kondisi bandara udara pada saat keberangkatan atau kedatangan, seperti lingkungan menuju bandar udara terganggu fungsinya misalnya retak, terjadi kebakaran, antrian pesawat udara lepas landas atau mendarat, dan keterlambatan pengisian bahan bakar. Faktor ketiga adalah faktor cuaca yang meliputi banjir, hujan lebat, berkabut, dan jarak pandang di bawah minimal. Dan yang terakhir adalah faktor lain yang tidak terduga yang tidak termasuk dalam tiga faktor lainnya [2].

Salah satu penyebab *delay* suatu penerbangan adalah cuaca. Cuaca adalah keadaan udara pada saat tertentu dan di wilayah tertentu yang relatif sempit dan pada jangka waktu yang singkat [3]. Cuaca dapat dikategorikan menjadi dua jenis yakni cuaca buruk dan cuaca baik. Cuaca buruk adalah kondisi dimana keadaan udara pada saat tertentu dan wilayah tertentu mengalami kondisi ekstrim yang berdampak buruk bagi lingkungan dan kelangsungan hidup manusia, dan sebaliknya jika kondisi udara biasa saja maka termasuk cuaca baik. Cuaca buruk dapat menyebabkan berbagai macam hal contohnya minimnya jarak pandang di udara. Seperti halnya saat hujan kondisi langit akan lebih berawan dari saat cerah sehingga jarak pandang di udara lebih minim. Jarak pandang yang minim dapat mengakibatkan kecelakaan pada pesawat akibat kehilangan pandangan dan berujung pada munculnya korban jiwa. Tercatat sejak tahun 2016 persentase kecelakaan pesawat di Indonesia mencapai

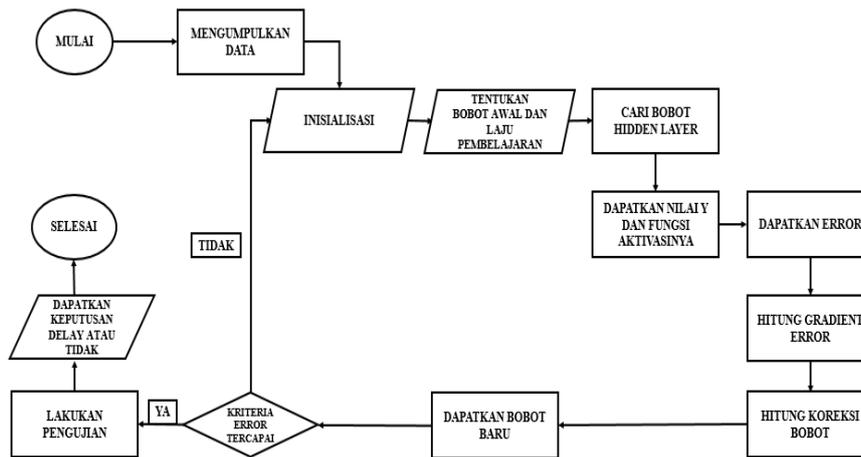
sekitar 20% dari setiap penerbangan di seluruh Indonesia dan sekitar 10% kecelakaan pesawat diakibatkan oleh cuaca yang meliputi badai dan kabut yang mengakibatkan kegagalan sistem pada alat bantu elektronik, satelit, dan kompas *geoscopic* [5]. Badai dan kabut adalah contoh cuaca dengan kondisi jarak pandang di udara yang minim jadi dengan mengetahui jarak pandang akan di ketahui kondisi cuacanya aman atau berbahaya untuk penerbangan.

Berdasarkan peraturan Menteri Perhubungan KM No. 18 tahun 2010, jarak pandang aman dalam penerbangan adalah lima kilometer ke atas untuk pesawat tipe B, C, dan D [2].

Untuk mendeteksi keadaan cuaca antara lain kecepatan angin, kelembaban, dan suhu udara. Tiga faktor tersebut merupakan tiga faktor utama dalam mendeteksi cuaca apakah hujan, berawan, atau cerah. Setelah diketahui kondisi cuaca yang terjadi, secara umum akan diketahui juga apakah cuaca bisa dikatakan burur atau aman dengan melihat jarak pandangnya di udara atau sering juga disebut visibilitas di udara [4][10]. Jarak pandang aman untuk penerbangan adalah di atas lima kilometer dan jika jarak pandang dibawah lima kilometer maka penerbangan harus ditunda atau *delay* untuk sementara. Sehingga akan didapatkan keputusan untuk melakukan penerbangan atau harus ditunda untuk sementara. Karena Penumpang bagi perusahaan jasa transportasi adalah aset utama [6] maka dalam menyediakan keselamatan penerbangan adalah salah satu cara untuk mempertahankan aset tersebut.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian tentang Deteksi Jarak Pandang Aman Sebagai Acuan Untuk Keselamatan Penerbangan Dengan Menggunakan Metode *Backpropagation* termasuk kedalam jenis penelitian kuantitatif yang dilihat dari jenis data yang dipakai yakni data kuantitatif yang didapat dari data cuaca yang diambil dari BMKG Jawa Timur selama satu bulan yang meliputi kondisi cuaca, jarak pandang, kelembapan, suhu, dan kecepatan angin



Gambar 1. Alur Penelitian

Pertama akan dilakukan inialisasi pada pembobotan  $w$  dan nilai  $T$  (nilai target fungsi aktivasi), dan  $\eta$  (laju pembelajaran)[8][9]. Setelah dilakukan proses inputkan bobot awal, target  $error$ , fungsi aktivasi, dan jumlah iterasi. Kemudian akan dihitung bobot pada  $hidden$  layer  $v$  dengan persamaan  $v = x_1w_1 + x_2w_2 + \dots + x_nw_n$  (1)

Dari nilai  $v$  akan dilakukan tahap dua yakni tahap aktivasi untuk menghasilkan sinyal keluaran, dengan menggunakan fungsi aktivasi  $sigmoid$  biner dengan persamaan.  $y = \text{sigm}(v) = \frac{1}{1+e^{-v}}$ . (2)

Setelah itu akan dilakukan tahap ketiga yakni pembaruan bobot nilai  $error$  antara data dan hasil nilai  $y$  yang dapat dicari dengan persamaan.  $e_k = y_{dk} - y_k$  (3)

Kemudian akan didapatkan nilai gradien  $error$ nya dengan menggunakan persamaan.  $\delta_k = y_k(1 - y_k)e_k$  (4)

Sehingga akan didapatkan nilai koreksi bobot dengan menggunakan persamaan.  $\Delta w = x_k\eta\delta_k$  (5)

Kemudian akan didapatkan bobot baru dengan menggunakan persamaan (6)  $w_{baru} = w_{lama} + \Delta w$  (6)

Kemudian akan diperiksa apakah nilai  $error$  sudah memenuhi kriteria yang diperlukan, jika masih belum lakukan hal yang sama dimulai dari tahap mencari nilai  $v$  yang baru. Jika  $error$  sudah mencapai target berarti nilai  $w$  yang baru

sudah optimal sehingga dapat dinotasikan dalam model berikut

$$v = \sum_{k=1}^n x_k w_k \quad (7)$$

Uji hasil dengan data  $training$ , jika sudah maka dapat ditentukan apakah penerbangan aman atau harus  $delay$ .

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Deskripsi Data

Pada penelitian ini data yang digunakan merupakan data cuaca perjam yang meliputi kelembapan udara, suhu udara, dan kecepatan angin selama satu tahun di wilayah kota Surabaya sejumlah 720 data.

#### 3.2 Pembahasan

Pada tahapan awal akan dilakukan inialisasi bobot awal, fungsi aktivasi, jumlah iterasi, laju pembelajaran, dan target  $error$ . Untuk bobot awal dan bias yang digunakan adalah bilangan acak antara 0 sampai 1. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah  $sigmoid$  biner, dengan jumlah iterasi maksimum 1000 iterasi. Laju pembelajaran yang diuji 0.1, 0.01, dan 0,001, kemudian ditetapkan target  $error$  0,01 dan momentum sebesar 0,25 karena perubahan bobot dan nilai rata-rata yang optimal dihasilkan oleh momentum 0,25 [7]. Setelah diinisialisasi maka langkah berikutnya adalah mendesain arsitektur dari  $backpropagation$  untuk mempermudah prosesnya. Arsitektur yang digunakan adalah dengan tiga input satu output dan satu  $hidden$  layer. Pada penelitian ini digunakan satu  $hidden$  layer karena satu  $hidden$  layer itu sudah cukup [1].

Sementara untuk pembagian data *training* dan data *testing* akan digunakan k-crossvalidation dengan membagi data dari BMKG menjadi empat bagian kemudian dengan perbandingan 3:1 antara data *training* dan data *testing* data yang telah dibagi tersebut akan bergantian menjadi data *training* dan data *testing*.

jumlah neuron input yang digunakan ada empat yang mewakili setiap faktor yang mempengaruhi jarak pandang yakni kecepatan angin (*A*), kelembapan (*K*), dan suhu (*S*) ditambah satu bias (*I*). Sementara untuk neuron output akan digunakan 1 neuron yang menunjukkan output dari proses ini yang menunjukkan jarak pandang. Sementara untuk jumlah neuron pada *hidden* layer akan digunakan 50, 100, 150, dan 200 neuron.

Setelah diinisialisasi maka lanjut ketahap aktivasi, dengan data cuaca sebagai variabel *x* dan bobot awal *w* akan dicari bobot pada *hidden* layernya *v* menggunakan Persamaan (1) yang nantinya akan didapatkan nilai *y* dengan Persamaan (2) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} v_1 &= Sw_{S1} + Kw_{K1} + Aw_{A1} + 1 \cdot w_{bias1} \\ &= (27) \cdot (0,117) + (0,94) \cdot (0,814) \\ &\quad + (0) \cdot (0,199) + 1 \cdot (0,467) \\ &= 4,404 \end{aligned}$$

dengan nilai  $y_1$

$$\begin{aligned} y_1 &= \frac{1}{1 + e^{-v_1}} \\ &= 0,529 \end{aligned}$$

$v_1$  adalah perhitungan nilai jaringan antara bobot pada *hidden* layer ke *hidden* layer 1,  $w_{S1}$  adalah bobot pada suhu ke *hidden* layer 1,  $w_{K1}$  adalah bobot pada kelembapan ke *hidden* layer 1,  $w_{A1}$  adalah bobot pada kecepatan angin ke *hidden* layer 1,  $w_{bias1}$  adalah bobot pada bias ke *hidden* layer 1, dan *S, K, A* berturut-turut adalah data suhu, kelembapan, dan kecepatan angin sementara  $y_1$  adalah keluaran pada *hidden* layer. Dengan cara yang sama akan di dapatkan untuk  $v_2$  sampai  $v_{100}$

Maka akan didapatkan nilai *v* dan sinyal output *y* dengan Persamaan (1) dan (2) sebagai berikut

$$\begin{aligned} v &= y_1 w_{1Y} + y_2 w_{2Y} + y_3 w_{3Y} + y_4 w_{4Y} \\ &\quad + y_5 w_{5Y} + y_6 w_{6Y} + \dots + y_{100} w_{100Y} \\ &\quad + 1 \cdot w_{bias} \\ &= (0,529) (0,925) + (0,724) \cdot (0,391) \\ &\quad + (0,637) (0,531) + (0,632) (0,802) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &+ (0,625) (0,850) + (0,576) (0,718) \\ &+ \dots + (0,562) (0,647) + 1 (0,763) \\ &= 3,547 \\ y &= \frac{1}{1 + e^{-v}} \\ &= 0,998 \end{aligned}$$

Setelah itu dengan Persamaan (3) akan dicek *error*nya apakah sudah memenuhi target yang diinginkan seperti berikut

$$\begin{aligned} e &= y_d - y \\ &= 1 - 0,998 \\ &= 0,002 \end{aligned}$$

Karena nilai *error* yang dihasilkan belum mendekati target *error* yakni 0,001 maka perlu dilakukan pembaruan bobot. Untuk melakukan pembaruan bobot terlebih dahulu hitung gradien *error* dan koreksi bobot dengan menggunakan Persamaan (4). Namun sebelum mencari koreksi bobot terlebih dahulu akan dicari koreksi bobot  $\delta_y$  terlebih dahulu

$$\begin{aligned} \delta_y &= y(1 - y)e \\ &= 0,998(1 - 0,998)0,002 \\ &= 4,93 \cdot 10^{-9} \end{aligned}$$

Maka akan didapatkan koreksi bobot untuk layer keluaran  $\Delta w_{y1}, \Delta w_{y2}, \dots, \Delta w_{y100}$  dan  $\Delta w_{ybias}$  dengan Persamaan (5) seperti pada Tabel 1.

Kemudian akan didapatkan bobot baru pada layer keluaran dengan Persamaan (6) seperti pada Tabel 2. Dengan bobot yang baru maka satu iterasi selesai sehingga akan dilanjutkan ke iterasi kedua dengan cara yang sama.

Tabel 1: Koreksi Bobot

$\Delta w$	S	K	A	I
1	-	-	0	-
	$1,66 \cdot 10^{-6}$	$5,78 \cdot 10^{-8}$	0	$6,15 \cdot 10^{-8}$
2	-	-	0	-
	$1,33 \cdot 10^{-6}$	$4,63 \cdot 10^{-8}$	0	$4,93 \cdot 10^{-8}$
3	-	-	0	-
	$1,05 \cdot 10^{-12}$	$3,64 \cdot 10^{-14}$	0	$3,88 \cdot 10^{-14}$
4	-	-	0	-
	$1,55 \cdot 10^{-6}$	$5,39 \cdot 10^{-8}$	0	$5,74 \cdot 10^{-8}$
5	-	-	0	-
	$1,56 \cdot 10^{-6}$	$5,44 \cdot 10^{-8}$	0	$5,78 \cdot 10^{-8}$
6	-	-	0	-
	$1,35 \cdot 10^{-6}$	$4,70 \cdot 10^{-8}$	0	$-5,00 \cdot 10^{-8}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
10	-	-	0	-
0	0,001	$3,81 \cdot 10^{-5}$	0	$4,05 \cdot 10^{-5}$

Tabel 2: Bobot Baru

w	S	K	A	I
1	0,117	0,814	0,199	0,467
2	0,973	0,982	0,936	0,459
3	0,565	0,540	0,949	0,478
4	0,546	0,1,73	0,617	0,341
5	0,515	0,465	0,459	0,370
6	0,939	0,758	0,567	0,700
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
100	0,254	0,238	0,710	0,821

Setelah iterasi ke 1000 akan didapatkan bobot akhir yang telah dirata-rata seperti pada Tabel4, dengan nilai *error* = 0,0429% dengan akurasi 95,71%

Tabel 3: Bobot Akhir

w	S	K	A	I	Y
1	0.01	-0.54	0.076	0.480	0.707
2	0.48	0.545	0.867	0.484	0.092
3	0.68	0.265	0.113	0.665	0.088
4	0.02	0.772	0.852	0.871	0.168
5	0.41	0.758	0.072	0.671	0.133
6	0.34	0.132	0.037	0.052	0.735
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
100	0.21	0.404	0.402	0.945	0.032

Kemudian akan dilakukan hal yang sama namun dengan target pembelajaran dan jumlah *hidden layer* yang berbeda Tabel 4 yang menunjukkan hasil untuk perhitungan menggunakan jumlah *hidden layer* dan target pembelajaran yang berbeda. dengan target pembelajaran sebesar 0,1 dan *hidden layer* sebanyak 100 selain itu model *error* tersebut memiliki *error* terkecil yang berarti model dapat menjadi gambaran data training dengan tepat. Hal ini menunjukkan bahwa deteksi jarak pandang memiliki performa yang sangat baik. Sehingga model yang dibangun dapat dipakai untuk deteksi jarak pandang aman pada penerbangan.

Tabel 4: Variasi Target Pembelajaran dan Hidden layer

Target Pembelajaran	Hidden Layer	Error	Akurasi
0,1	50	0,0445	95,55
0,01	50	0,0482	95,18
0,001	50	0,0475	95,25
<b>0,1</b>	<b>100</b>	<b>0,0429</b>	<b>95,71</b>
0,01	100	0,0472	95,28
0,001	100	0,0457	95,43
0,1	150	0,0481	95,19
0,01	150	0,0487	95,13
0,001	150	0,0440	95,60
0,1	200	0,0458	95,42
0,01	200	0,0444	95,56
0,001	200	0,0457	95,43

#### 4. KESIMPULAN

Untuk membangun model deteksi jarak pandang aman untuk penerbangan dengan melihat faktor kelembaban, suhu, dan kecepatan angin, pada model *backpropagation* yang dibangun ditetapkan momentum 0,25 dengan target *error* 0,001, jumlah iterasi maksimal sebanyak 1000 iterasi dengan bobot antara 0 sampai 1 dengan output keluaran  $0 < y < 1$ .

Performa sistem deteksi jarak pandang menggunakan *backpropagation* memiliki nilai akurasi sebesar 95,71%, dengan target pembelajaran sebesar 0,1 dan *hidden layer* sebanyak 100. Hal tersebut menunjukkan bahwa deteksi jarak pandang memiliki performa yang sangat baik. Sehingga model dapat dipakai untuk deteksi jarak pandang aman.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fauset, laurent. 1994. *Fundamental of Neural Network*. prentice-hall international.
- [2] Peraturan Menteri Perhubungan. 2015. *Penanganan Delay Pada Badan Usaha Angkutan Udara*. jakarta: Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia no PM 89 Tahun 2015. Accessed 03 08, 2018. <https://travel.kompas.com/read/2016/08/09/100000427/tak.selamanya.pesawat.del.ay.adalah.kesalahan.maskapai..> 2010. *Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil*. jakarta: Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 18 Tahun 2010. Accessed 03 08,

2018.  
<http://www.kalimantanpost.com/jarak-pandang-masih-aman-untuk-penerbangan/>.
- [3] Sarjani, Eko Tri Rahardjo, and Umi Budiastuti. 2011. *Cuaca dan Iklim*. Jakarta: Gramedia.
- [4] Sholikhin, Mochamad Nur, and Dra. Yuniarsi Rahayu. 2013. "Analisis Delay Penerbangan Akibat Cuaca di Bandara Ahmad Yani Semarang dengan Algoritma C4.5." 1-10.
- [5] Tempo.co. 22/5/2016. *Tempo.co*. Mei 22. <https://tekno.tempo.co/read/773024/ini-5-penyebab-utama-kecelakaan-pesawat>.
- [6] Wardani, Ni Wayan, Gede Rasben Dantes, and Gede Indrawan. 2018. "PREDIKSI CUSTOMER CHURN DENGAN Prediksi Costemer Churn dengan Algoritma Decision Tree C4.5 Berdasarkan Segmentasi Pelanggan Pada Perusahaan Retail." *JURNAL RESISTOR* 16-24.
- [7] Widyaningrum, Vivi. 2014. "Pengaruh Pemberian Momentum Paada Artificial Neural Network Backpropagation." *Fakultas teknik universitas muhammadiyah jakarta*.
- [8] Prasetyo, E. (2014). *Data Mining mengolah data menjadi informasi menggunakan matlab*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- [9] Ernawati, S. (2009). Aplikasi Hopfeild Neural Network Untuk Prakiraan Cuaca. *ISSN, 1411-3082*.
- [10] Sari, N. E., & Sukirman, .. E. (2010). Prediksi Cuaca Berbasis Logika Fuzzy Untuk Rekomendasi Penerbangan Di Bandar Udara Raja Haji Fisabilillah. *Fakultas Teknologi Industri*.