

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data riwayat lima maskapai penerbangan yang mengalami kejadian keberangkatan yang *delay* pada rute bandara Soekarno Hatta (CGK) ke bandara I Gusti Ngurah Rai (DPS). Maskapai penerbangan yang dimaksud di antaranya adalah Lion Air, AirAsia, Batik Air, Garuda Indonesia, dan Citilink. Data yang diperoleh bersumber dari pengamatan pada laman *Flightradar24* terhitung mulai dari tanggal 1 Januari 2022 sampai dengan tanggal 5 Desember 2022. Berikut merupakan contoh tampilan dari riwayat penerbangan di laman *Flightradar24*.

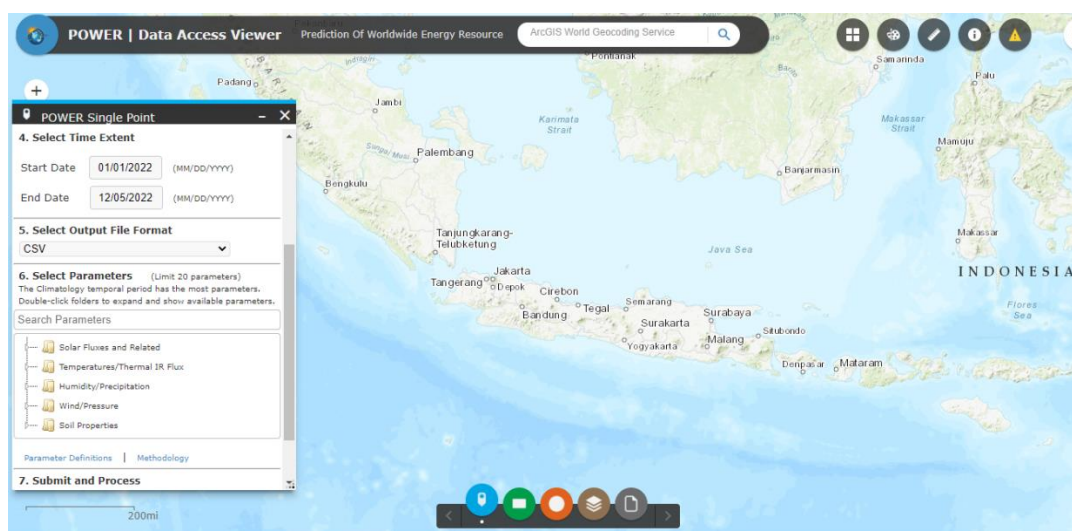
DATE	FROM	TO	FLIGHT	FLIGHT TIME	STD	ATD	STA	STATUS
06 Aug 2022	Makassar (UPG)	Yogyakarta (YIA)	SJ713	1:31	2:15 PM	2:29 PM	3:10 PM	Landed 3:00 PM
06 Aug 2022	Ambon (AMQ)	Makassar (UPG)	SJ663	1:27	12:05 PM	12:37 PM	12:50 PM	Landed 1:04 PM
06 Aug 2022	Makassar (UPG)	Ambon (AMQ)	SJ662	1:31	4:45 AM	8:43 AM	7:30 AM	Landed 11:14 AM
05 Aug 2022	Jakarta (CGK)	Makassar (UPG)	SJ5820	2:01	10:37 PM	10:37 PM	1:38 AM	Landed 1:38 AM
05 Aug 2022	Jakarta (CGK)	Makassar (UPG)	SJ580	—	9:45 PM	—	1:05 AM	Unknown
05 Aug 2022	Pangkal Pinang (PGK)	Jakarta (CGK)	SJ77	0:46	4:00 PM	4:00 PM	5:00 PM	Landed 4:45 PM
05 Aug 2022	Jakarta (CGK)	Pangkal Pinang (PGK)	SJ76	0:49	2:00 PM	2:08 PM	3:15 PM	Landed 2:56 PM
05 Aug 2022	Pangkal Pinang (PGK)	Jakarta (CGK)	SJ73	0:48	11:55 AM	12:09 PM	1:00 PM	Landed 12:56 PM
05 Aug 2022	Jakarta (CGK)	Pangkal Pinang (PGK)	SJ72	0:47	9:55 AM	10:34 AM	11:10 AM	Landed 11:20 AM

Gambar 3. 1 Tampilan Laman *FlightRadar24*

Data yang disajikan pada laman riwayat penerbangan terdiri dari tanggal penerbangan (*date*), bandara asal (*from*), bandara tujuan (*to*), durasi penerbangan (*flight time*), waktu keberangkatan yang dijadwalkan (STD), waktu keberangkatan yang sebenarnya (ATD), waktu kedatangan yang dijadwalkan (STA), dan waktu kedatangan yang sebenarnya (*Status*). Warna pada kolom *Status* menunjukkan keterangan *delay* penerbangan. Jika berwarna hijau, maka penerbangan *on time* atau sesuai dengan jadwal baik pada keberangkatan maupun kedatangan. Jika berwarna kuning, maka

penerbangan mengalami sedikit *delay* pada keberangkatan dan/atau kedatangan. Sedangkan jika berwarna merah, maka penerbangan mengalami *delay* yang cukup panjang pada keberangkatan dan/atau kedatangan. Warna-warna ini memudahkan proses pengamatan untuk menentukan data penerbangan mana saja yang mengalami *delay*.

Sementara itu, data cuaca diperoleh berdasarkan pengamatan tiap jam pada laman NASA POWER terhitung mulai tanggal 1 Januari 2022 – 5 Desember 2022. Parameter cuaca yang digunakan di antaranya adalah suhu ($^{\circ}\text{C}$), kelembaban (g/kg), curah hujan (mm/jam), kecepatan angin (m/s), dan arah angin ($^{\circ}$). Berikut merupakan contoh tampilan dari riwayat penerbangan di laman NASA POWER.



Gambar 3. 2 Tampilan Laman NASA POWER

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada kedua laman di atas, data yang terkumpul adalah sebanyak 1188 penerbangan beserta dengan keterangan cuacanya.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel terikat dan variabel bebas. Variabel terikat terdiri dari dua variabel, yaitu waktu survival (t) dan status (δ). Waktu survival dalam penelitian ini adalah jumlah menit yang terhitung sejak penerbangan keberangkatan dinyatakan mengalami *delay* hingga penerbangan tersebut dinyatakan terbang pada

periode penelitian. Sedangkan, variabel status merupakan status *delay* penerbangan yang bernilai 0 atau 1. Variabel terikat dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Daftar Variabel Terikat

Variabel	Deskripsi	Skala
t	Waktu <i>survival</i> (menit)	Rasio
	Status:	
δ	$\delta = 0, \text{delay} < 30$ menit	Nominal
	$\delta = 1, \text{delay} \geq 30$ menit	

Sementara itu, variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 6 variabel dengan keterangan seperti pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3. 2 Daftar Variabel Bebas

Variabel	Deskripsi	Skala	
	<i>Airlines</i> (maskapai):		
X_1	1 : Lion Air	Nominal	
	2 : Citilink		
	3 : AirAsia		
	4 : Garuda Indonesia		
	5 : Batik Air		
X_2	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Rasio	
X_3	Kelembaban (g/kg)	Rasio	
X_4	Curah Hujan (mm/jam)	Rasio	
X_5	Kecepatan Angin (m/s)	Rasio	
	Arah Angin ($^{\circ}$)		
X_6	1 : N	9 : S	Nominal
	2 : NNE	10 : SSW	
	3 : NE	11 : SW	
	4 : ENE	12 : WSW	
	5 : E	13 : W	

Variabel	Deskripsi		Skala
X_6	6 : ESE	14 : WNW	Nominal
	7 : SE	15 : NNW	
	8 : SSE	16 : N	

dengan:

N menyatakan *North* atau Utara;

NNE menyatakan *North-Northeast* atau Utara Timur Laut;

NE menyatakan *Northeast* atau Timur Laut;

ENE menyatakan *East-Northeast* atau Timur-Timur Laut;

E menyatakan *East* atau Timur;

ESE menyatakan *East-Southeast* atau Timur Tenggara;

SE menyatakan *Southeast* atau Tenggara;

SSE menyatakan *South-Southeast* atau Selatan Tenggara;

S menyatakan *South* atau Selatan;

SSW menyatakan *South-Southwest* atau Selatan Barat Daya;

SW menyatakan *Southwest* atau Barat Daya;

WSW menyatakan *West-Southwest* atau Barat-Barat Daya;

W menyatakan *West* atau Barat;

WNW menyatakan *West-Northwest* atau Barat-Barat Laut;

NW menyatakan *Northwest* atau Barat Laut;

NNW menyatakan *North-Northwest* atau Utara Barat Laut.

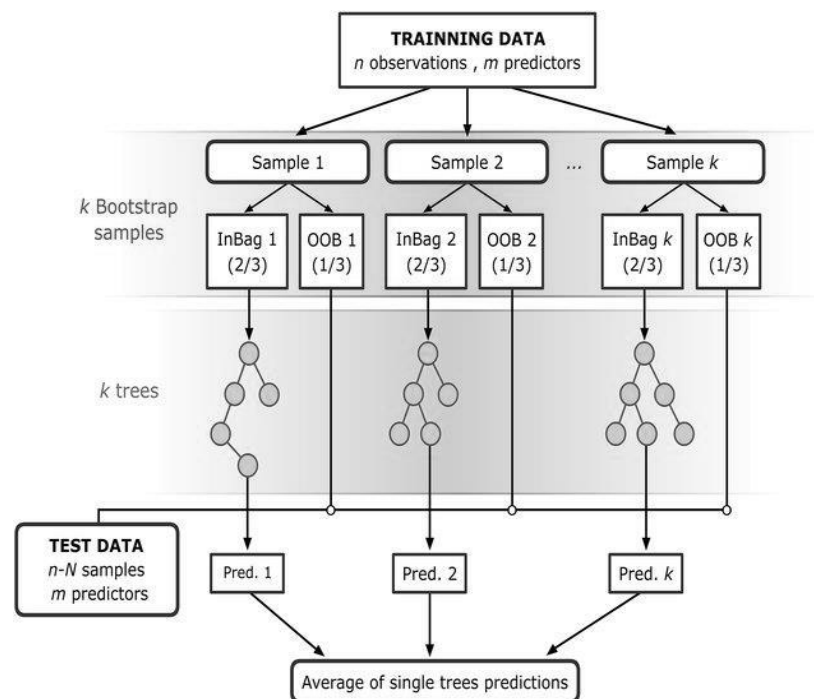
3.3 Algoritma *Random Survival Forest* (RSF)

Algoritma yang digunakan oleh *Random Survival Forest* dijelaskan sebagai berikut (Kogalur & Ishwaran, 2007) :

1. Membuat B sampel *bootstrap* dari data asli. Sampel yang tidak termasuk ke dalam *bootstrap* dikatakan data *out-of-bag* (OOB).
2. Membangun pohon *survival* (*tree*) untuk setiap sampel *bootstrap*. Pada setiap *node* pohon, variabel kandidat p dipilih secara acak. Melakukan *splitting* atau memisahkan *node* dengan menggunakan variabel kandidat

yang memaksimalkan perbedaan *survival node* anak-anaknya.

3. Membangun pohon hingga ukuran penuh dengan batasan bahwa *node* terakhir tidak dapat dibangun lagi atau memiliki tidak kurang dari $d_0 > 0$ kematian unik atau nilai minimum *node size* yang sudah ditentukan sebelumnya.
4. Menghitung nilai *Cumulative Hazard Function* (CHF) untuk setiap pohon, kemudian mencari nilai rata-ratanya untuk memperoleh nilai ensambel CHF.
5. Menghitung prediksi *error* untuk ensambel CHF dengan menggunakan data OOB.



Gambar 3. 3 Flowchart Algoritma RSF

Sumber: Galiano dkk. (2015)

3.4 Langkah dan Diagram Alur Penelitian

Pada penelitian ini, analisis data dilakukan dengan bantuan *software* statistik RStudio dan Microsoft Excel untuk pengolahan data. Adapun langkah-langkah penelitiannya adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan berupa pendekatan secara teoritis dengan mengkaji teori yang berkaitan dengan metode *Random Survival Forest*, aturan pemisahan *Log-Rank* dan *Log-Rank Score*, serta *delay* penerbangan akibat cuaca.

2. Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan secara sekunder melalui laman *FlightRadar24* dan NASA POWER. Adapun data yang digunakan adalah data *survival* berupa data *delay* penerbangan akibat cuaca.

3. Analisis Data Menggunakan Metode RSF

Pada langkah analisis digunakan algoritma RSF seperti yang dipaparkan pada subbab 3.4.

4. Penggunaan Aturan Pemisahan pada RSF

Membagi proses analisis menjadi RSF dengan aturan pemisahan *Log-Rank* dan *Log-Rank Score*.

5. Menentukan Variabel Penting

Memilih variabel yang berkontribusi pada hasil prediksi dari masing-masing aturan pemisahan.

6. Membandingkan Hasil Kinerja Metode

Membandingkan hasil prediksi antar dua aturan pemisahan dengan menggunakan tingkat kesalahan prediksi. Kemudian, memilih metode yang terbaik untuk prediksi *delay* penerbangan akibat cuaca.

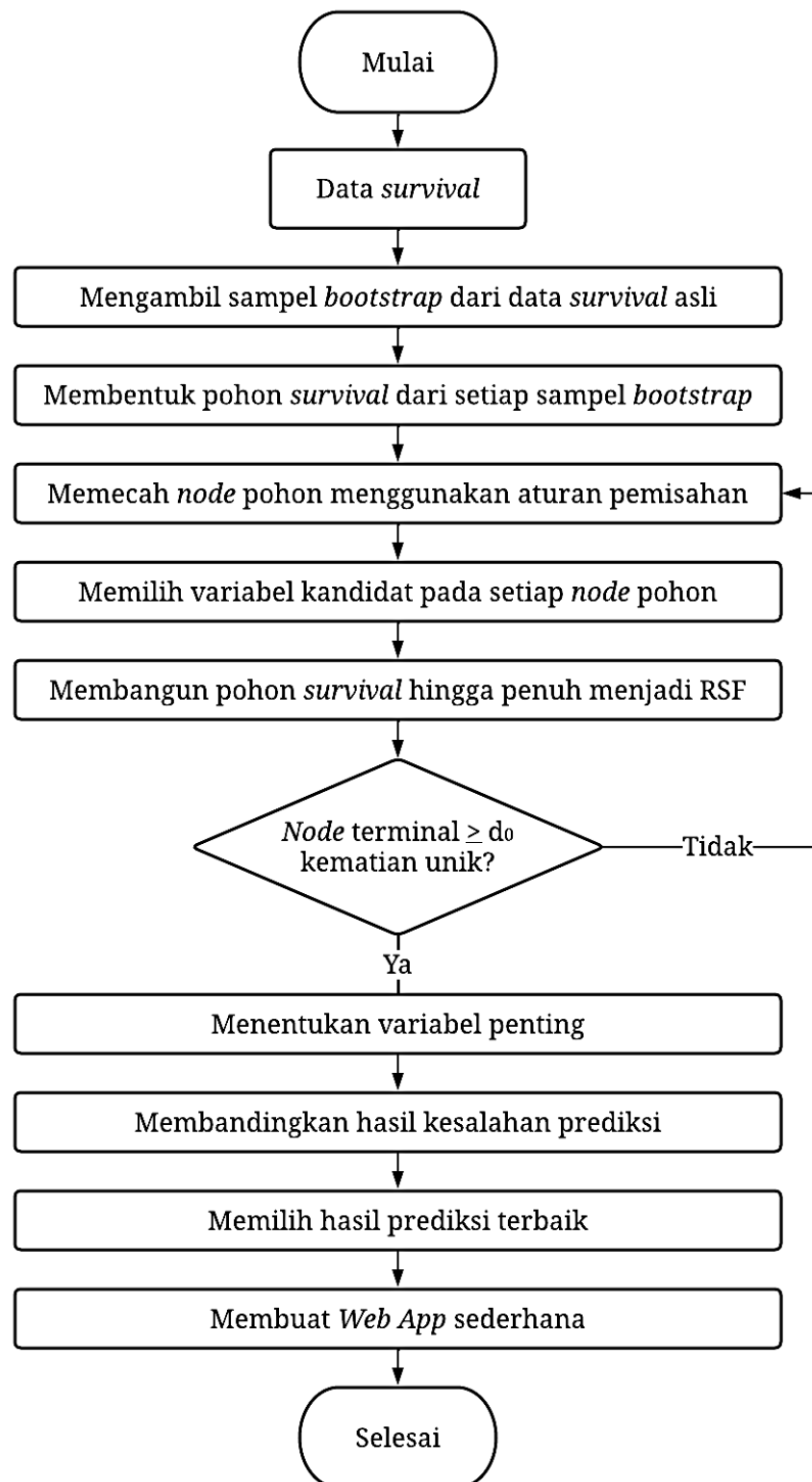
7. Kesimpulan

Melakukan penarikan kesimpulan dari hasil analisis atau penelitian yang telah dilakukan.

8. Membuat Aplikasi Sederhana

Melakukan pembuatan aplikasi berupa *web app* sederhana sebagai pengotomatisan prediksi *delay* penerbangan yang dapat digunakan bagi maskapai maupun penumpang.

Adapun langkah-langkah penelitian yang telah dipaparkan di atas divisualisasikan menggunakan diagram alur sebagai berikut.



Gambar 3. 4 Diagram Alur Penelitian