

## **BAB II**

### **ANALISA PERMASALAHAN DAN METODE PENELITIAN**

#### **A. Analisa Permasalahan**

Permasalahan kepadatan (*overload*) penumpang pada bandar udara perlu menjadi perhatian khusus bagi pengelola Bandar Udara. Permasalahan ini muncul akibat dari semakin meningkatnya jumlah masyarakat yang menggunakan transportasi udara dalam membantu mobilitas mereka tetapi tidak diimbangi dengan perluasan/pengembangan kapasitas bandar udara.

Pengembangan Kapasitas Bandar Udara terutama pada area terminal penumpang menjadi aspek penting karena berkaitan dengan pelayanan pihak pengelola terhadap penumpang. Ketidaksesuaian *layout* area tersebut mengakibatkan ketidaknyamanan bagi penumpang pada maskapai yang melalui Bandar Udara. Hal ini menjadi perhatian penting karena dapat menunjang operasional bandar udara sehingga dapat memperlancar pelayanan kepada penumpang.

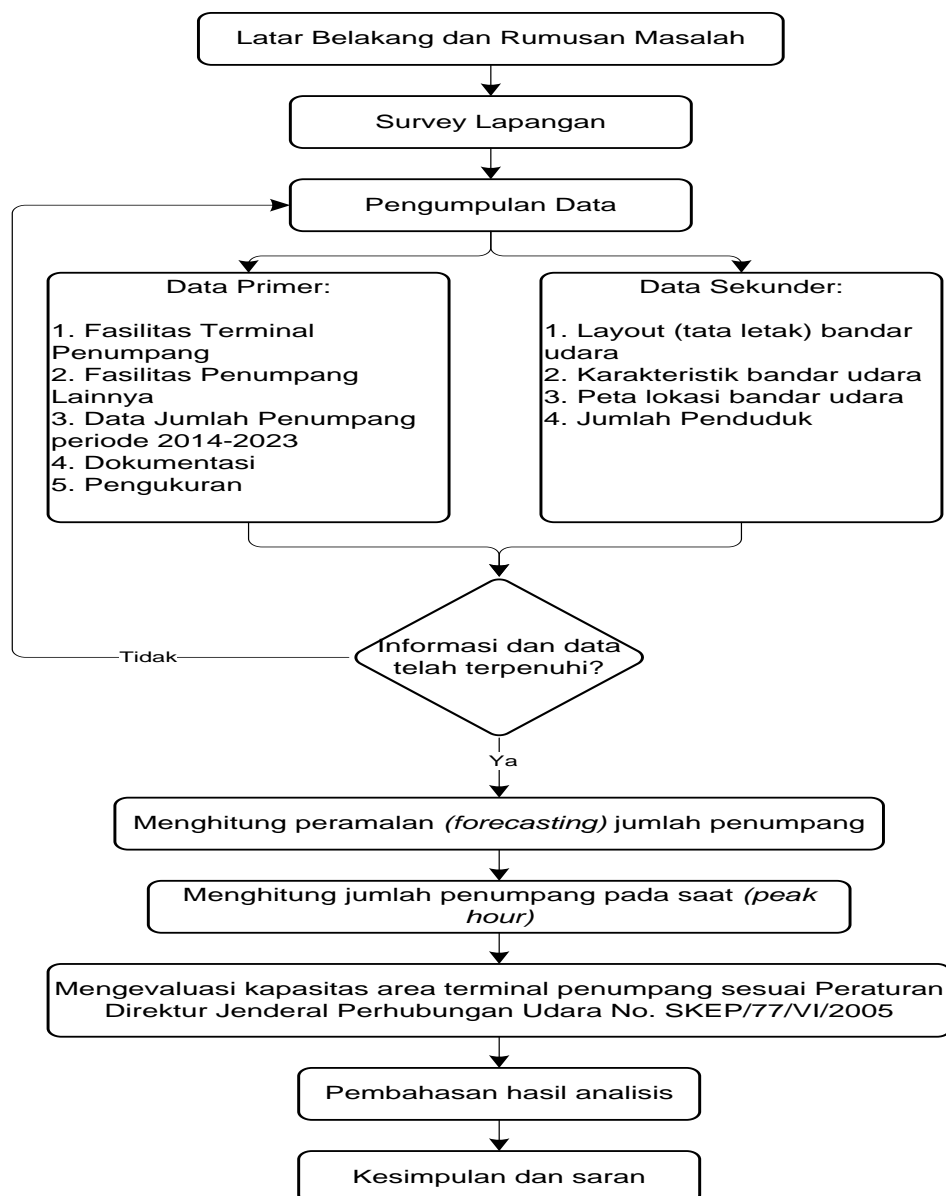
Permasalahan *overload* penumpang terjadi di sejumlah bandar udara tak terkecuali pada Bandar Udara Betoambari Kota Baubau. Hal ini disebabkan karena terjadinya kenaikan jumlah penumpang dari tahun ke tahun sebagai akibat dari semakin bertumbuhnya jumlah penduduk.

Perencanaan yang matang dibutuhkan dalam pembangunan/ perluasan suatu bandara. Berbagai aspek harus dipertimbangkan dalam perencanaan tersebut salah satunya jumlah pertumbuhan penumpang

pada masa mendatang supaya bandar udara yang dibangun dapat beroperasi dengan optimal.

## B. Metode Penelitian

Metode penelitian ini merupakan serangkain proses pengujian lapangan yang tahapannya dapat dilihat pada bagan alut berikut:



**Gambar 2. Skema Penelitian**

## **1. Rancangan Penelitian**

Penelitian ini mengumpulkan data sekunder dan data primer yang didapat dari pengelola Bandar Udara serta sumber lain untuk dianalisis kebutuhan ruang terminal penumpang.

## **2. Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Bandar Udara Betoambari yang terletak di Jalan Dayanu Ikhsanuddin Kelurahan Katobengke, Kecamatan Betoambari, Kota Baubau Sulawesi Tenggara. Lokasi ini menjadi pilihan pada penelitian ini dikarenakan penumpang yang menggunakan bandar udara ini menunjukkan jumlah yang signifikan setiap tahunnya sehingga diperlukan evaluasi kebutuhan ruang terminal penumpang terutama untuk tahun 2033 mendatang.

## **3. Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan suatu informasi yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan penelitian. Adapun jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah

### **a. Data Primer**

Data primer adalah data yang diperoleh dari sumber aslinya oleh peneliti, diantaranya:

1. Fasilitas terminal penumpang dan fasilitas penunjang lainnya.
2. Jumlah penumpang selama periode 2014-2023. Dalam pengambilan data ini akan terbagi menjadi penumpang kedatangan dan penumpang keberangkatan. Data ini nantinya

digunakan sebagai dasar pengolahan data untuk meramal jumlah penumpang pada tahun 2033.

3. Dokumentasi Bandar Udara.
4. Pengukuran kapasitas Bandar Udara.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber lain, diantaranya:

1. *Layout* (tata letak) dan karakteristik Bandar Udara. Digunakan untuk mendukung pemetaan perhitungan kapasitas ruang terminal penumpang.
2. Peta lokasi daerah penelitian yang diperoleh dari *google earth*.
3. Jumlah Penduduk Kota Baubau.

#### 4. Teknik Analisis Data

Langkah-langkah analisa data sebagai berikut:

##### a. Menghitung Peramalan (*Forecasting*) Jumlah Penumpang

Perhitungan *forecasting* dilakukan untuk menentukan pergerakan Jumlah penumpang tahunan pada tahun 2033 berdasarkan data pergerakan perjalanan jumlah penumpang dari tahun 2014 hingga 2023. Pada perhitungan *forecasting* pada penelitian ini menggunakan metode ARIMA dimana dilakukan perhitungan menggunakan Jumlah Penumpang per bulan untuk menentukan pertumbuhan penumpang. Adapun tahapan dalam menentukan jumlah penumpang 10 tahun mendatang sebagai berikut:

### 1) Model *Time Series*

Menurut Brockwell dan Davis (2002), Time Series adalah suatu rangkaian pengamatan  $X_t$ , yang dilakukan pada waktu  $t$ . Periode waktu  $t$  dapat berupa tahun, kuartal, bulan, minggu, atau kadang-kadang bahkan jam. Pola data terdiri dari empat komponen: pola horizontal, pola musiman, pola trend, dan pola siklis. Mereka harus diperhatikan saat memilih model seri waktu. Untuk menemukan model seri waktu, diasumsikan bahwa data berada dalam keadaan stationer. Stationeritas terdiri dari dua bagian: varian dan mean. Sebuah deret waktu  $\{X_t, t=0, \pm 1\}$  dikatakan stationer jika memiliki sifat statistic yang sama dengan deret waktu selanjutnya  $\{X_{t+h}, t=0, \pm 1\}$  untuk setiap bilangan bulat  $h$ . Dilakukan differencing jika stationer tidak memenuhi standar.

### 2) *Autocorrelation Function (ACF)*

Fungsi autokorelasi merupakan suatu fungsi yang menunjukkan hubungan linier antara pengamatan waktu  $t$  di masa sekarang dengan masa lalu (Wei, 2006). Fungsi autokorelasi digunakan dalam menetapkan waktu untuk mengetahui kestasioneran data. Jika diagram ACF menurun dengan lambat, itu menunjukkan bahwa data tidak konsisten dengan mean. Persamaan fungsi autokorelasi (ACF) sebagai berikut :

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})^2} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

$r_k$  = Nilai koefisien korelasi/ nilai estimasi ACF sampel pada lag- $k$

$Y_t$  = Data aktual periode t

$\bar{Y}$  = Nilai tengah dari data aktual

$Y_{t+k}$  = Data aktual periode t dengan lag-k

### 3) *Partial Corelation Function (PACF)*

Fungsi autokorelasi parsial merupakan fungsi yang dapat menunjukkan besar korelasi parsial hubungan antara pengamatan pada waktu t dengan pengamatan setelahnya (t+k) didefinisikan sebagai hubungan antara  $Y_t$  dan  $Y_{t+k}$  setelah variabel  $Y_{t+1}$ ,  $Y_{t+2}$ ,...dan  $Y_{t+k-1}$  (Wei, 2006).

$$\hat{\phi}_{k+1,k+1} = \frac{\hat{p}_{k+1} - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{k,j} \hat{p}_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{k,j} \hat{p}_j} \dots\dots\dots (2)$$

$$\hat{\phi}_{k,j} = \hat{\phi}_{k,j} - \hat{\phi}_{k+1,k+1} \hat{\phi}_{k,k+1-j} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

$\hat{\phi}_{k,j}$  = PACF pada lag ke-k dengan j

$\hat{\phi}_{k+1,j}$  = PACF pada lag ke k+1 dengan j

$\hat{p}_{k+1}$  = PACF pada lag ke k+1

### 4) *Autoregressive (AR)*

Model *autoregressive* merupakan model yang diregresikan terhadap nilai sebelumnya dari variabel itu sendiri. Model ini serupa dengan persamaan regresi, variabel independen bukan variabel yang berbeda dengan variabel terikat melainkan nilai sebelumnya (lag) dari variabel terikat ( $Z_t$ ) adalah model *autoregressive* dilambangkan dengan ordo ARIMA (p,0,0) (Salwa, 2018). Berikut bentuk umum model :

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

- $Y_t$  = Variabel dependen pada waktu  
 $Y_{t-p}$  = Variabel lag  
 $\phi_1, \dots, \phi$  = Koefisien/parameter dari autoregressive  
 $a_t$  = Sisaan pada waktu ke-t

### 5) *Moving Average (MA)*

*Moving Average* yaitu metode yang cara kerjanya dengan meratakan data aktual dari periode sebelumnya dan memperkirakan sesuatu pada jangka waktu yang akan datang. Pada model *moving average* yang merupakan variabilitas independennya itu nilai residual dari periode sebelumnya berdasarkan model rata-rata pergerakan. Dilambangkan dengan aturan q atau ARIMA (0,0,q). Berikut bentuk umum model:

$$Y_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

- $Y_t$  = Variabel dependen pada waktu t  
 $a_{t-1}, \dots, -q$  = Variabel lag  
 $\theta_q$  = Koefisien atau parameter dari *Moving Average*  
 $a_t$  = Sisaan pada waktu ke-t

### 6) *Autoregressive Moving Average (ARMA)*

Model *Autoregressive Moving Average* merupakan perpaduan antara model Autoregressive (AR) dan model Moving Average (MA). Model ini berasumsi bahwa data pada periode sekarang dipengaruhi oleh data dari periode sebelumnya serta nilai sisa (residual) dari periode yang lalu (Salwa,

2018). Kombinasi kedua model ini dimanfaatkan untuk menghitung data aktual pada periode sebelumnya, sehingga dapat digunakan untuk membuat prediksi. Model Moving Average adaptif ini dinotasikan dengan ARMA(p,0,q). Berikut adalah bentuk umum dari persamaan model ARMA:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \dots\dots\dots(6)$$

$$Y_t - \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \dots\dots\dots(7)$$

Atau

$$(1 - \theta_q B - \dots - \theta_1 B^q) Y_t = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) \alpha_t \theta_q(B) Y_t = \theta_q(B) \alpha_t$$

### 7) Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Model ARIMA merupakan model merupakan gabungan dari tiga komponen, yaitu autoregressive (p), integrasi (differencing atau d), dan moving average (q). Dengan demikian, skema umum dari model ARIMA dinyatakan sebagai ARIMA(p, d, q) dengan struktur sebagai berikut (Aritonang, 2009):

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} + a_t \dots\dots\dots(8)$$

Atau

$$\theta_p(B)(1 - B)^d Y_t = \theta_q(B) \alpha_t \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan:

$B$  = *backshift operator*

$a_t$  = sisaan pada waktu ke-t

## 8) Identifikasi Model

Apabila data yang sudah stasioner dibandingkan dengan mean dan varian kemudian dibuat dalam bentuk grafik ACF dan PACF. Grafik tersebut digunakan dalam menentukan model yang akan dilakukan uji untuk menemukan model yang paling cocok. Berikut Tabel 2. grafik ACF dan PACF identifikasi:

**Tabel. 2 Identifikasi grafik ACF dan PACF**

Model	ACF	PACF
AR (p)	<i>Dies down</i> (turun cepat eskponensial/sinusoidal)	<i>Cuts off after</i> lag p (terputus setelah lag ke p)
MA (q)	<i>Cuts off after</i> laq q (terputus setelah lag ke-q)	<i>Dies down</i> (turun cepat secara eksponensial/sinusoidal)
ARMA (p,q)	<i>Dies down after</i> laq (q-p) (turun cepat setelah lag (q-p))	<i>Dies down after</i> laq (p-q) (turun cepat setelah lag (p-q))

Sumber: statistik, 2025

Selain identifikasi plot ACF dan PACF juga dapat dilaksanakan melalui melihat tabel *Extended Autocorrelation Function* (EACF) (Tsay, 2005). Tabel EACF untuk mengidentifikasi ordo melalui penyesuaian autoregresi pada AR(p) dan MA(q) dari deret waktu, maka didapatkan model ARMA (p,q) campuran di tabel EACF secara teori mempunyai pola segitiga- nol (*triangle of zeroes*).

## 9) Estimasi Parameter

Estimasi parameter dilakukan setelah mendapatkan model sementara yang diperoleh dengan mengidentifikasi plot ACF dan PACF.

Teknik *conditional least square* sering digunakan dalam Prediksi parameter. Metode ini digunakan untuk menemukan nilai parameter tersebut meminimalkan jumlah kesalahan kuadrat, yaitu perbedaan antara nilai yang sebenarnya dan prediksi (Mokorimban, 2021). Berdasarkan model AR maka *leastsquare Prediksi* sebagai berikut:

$$S(\phi, \mu) = \sum_{t=1}^n a_t^2 = \sum_{t=1}^n [(Z_t - \mu) - \phi_1(Z_{t-1} - \mu)]^2 \dots\dots\dots(10)$$

Pada metode *Condition Least Squared* memiliki prinsip untuk estimasi  $\phi$  dan  $\mu$  dicari dengan meminimumkan  $(\phi, \mu)$ .

$$\frac{\partial s}{\partial \mu} = \sum_{t=1}^n 2[(Z_t - \mu_{t1}) - \phi(Z_t - \mu_{t-1})](1 - \phi) = 0 \dots\dots\dots(11)$$

Diperoleh dugaan parameter  $\mu$  untuk model AR(1) :

$$\hat{\mu} = \frac{1}{(n-1)(1-\phi_1)} [\sum_{t=1}^n Z_t - \phi_1 \sum_{t=1}^n Z_{t-1}] \dots\dots\dots(12)$$

Pada  $n$  yang besar dapat ditulis sebagai berikut:

$$\sum_{t=1}^n \frac{Z_t}{n-1} \approx \sum_{t=1}^n \frac{Z_{t-1}}{n-1} \approx Z \dots\dots\dots(13)$$

Maka pada persamaan dapat disederhanakan sebagai berikut:

$$\hat{\mu} \approx \frac{1}{1-\phi_1} ((Z - \phi_1 Z) = Z \dots\dots\dots(14)$$

Lakukan hal yang sama operasi turunan  $(\phi, \mu)$  terhadap  $\phi$  sebagai berikut:

$$\frac{\partial s}{\partial \mu} = \sum_{t=1}^n 2[(Z_t - Z) - \phi_1(Z_{t-1} - Z)](Z_{t-1} + Z) = 0 \dots\dots\dots(15)$$

Maka dugaan parameter  $\phi$  untuk model AR(1) :

$$\hat{\phi} = \frac{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})(Z_{t-1} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2} \dots\dots\dots(16)$$

Pada test signifikansi parameter dilakukan untuk menentukan Apakah parameter yang telah dikumpulkan dapat dimasukkan di model jika menurut model estimasi parameter menyimpang secara signifikan dari nol (Mokorimban, 2021).

**Tabel 3. Hipotesis Parameter Model AR dan MA**

	<b>Parameter AR</b>	<b>Parameter MA</b>
Hipotesis	$H_0: \hat{\phi} = 0$ (tidak signifikan)	$H_0: \hat{\theta} = 0$ (tidak signifikan)
	$H_1 = \hat{\phi} \neq 0$ (signifikan)	$H_1 = \hat{\theta} \neq 0$ (signifikan)
Uji Statistik	$t = \frac{\hat{\phi}}{SE(\hat{\phi})}$	$t = \frac{\hat{\theta}}{SE(\hat{\theta})}$

Sumber: statistik, 2025

Keterangan :

$\hat{\phi}$  = nilai dugaan dari parameter  $\phi$

$\hat{\theta}$  = nilai dugaan dari parameter  $\theta$

$SE(\hat{\phi})$  = Standar *error* dari nilai dugaan dari parameter  $\phi$

$SE(\hat{\theta})$  = Standar *error* dari nilai dugaan dari parameter  $\theta$

Jika taraf signifikan  $\alpha = 5\%$ , maka kriteria keputusan yang digunakan yaitu tolak  $H_0$  dan jika  $|t| > t_{\frac{\alpha}{2}, db=n-p}$  atau  $P\text{-value} < \alpha$ . Dimana  $n$  yaitu banyaknya data dan  $p$  yaitu banyaknya parameter (Mokorimban dkk, 2021).

## 10) Pemeriksaan diagnostik

Pada uji asumsi residual dan asumsi menyebar normal dilakukan selama pemeriksaan diagnostik. Proses acak stasioner adalah proses

stasioner yang bekerja dengan fungsi *autokovariansi*. Analisis asumsi *white noise* adalah barisan variabel acak yang tidak berkorelasi atau berdistribusi normal. Uji ini akan menggunakan metode *Ljung-Box* tidak ada korelasi antara residual mean sama dengan nol dan varian konstan, *white noise* dapat dibuat dengan mengamati nilai plot ACF apabila model jika tidak ada korelasi pada residual ACF, maka bersifat *white noise*. Uji hipotesis *white noise* dilakukan dengan uji *Ljung-box* dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 = \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0 \text{ (residual telah memenuhi asumsi } white \text{ noise)}$$

$$H_1 = \text{minimal ada satu } \rho_k \neq 0 \text{ dengan } k = 1, 2, \dots, K \text{ (residual belum memenuhi asumsi } white \text{ noise)}$$

Berikut persamaan Uji *Ljung box*:

$$Q_k = n(n+2) \sum_{k=1}^k \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k} \dots\dots\dots(17)$$

Keterangan:

$n$  = Banyaknya data

$K$  = banyaknya lag yang diuji

$\hat{\rho}_k$  = Dugaan autokorelasi

$n$  = Jangka waktu dalam tahun

Taraf signifikan  $\alpha$ , dengan kriteria keputusan tolak  $H_0$  Jika  $Q < X^2_{(a, k-p-q)}$

atau  $p$  – value  $> \alpha$ .

## 11) Pemilihan Model Terbaik

MAPE atau persentase kesalahan rata-rata secara mutlak

merupakan alat untuk mengukur ketepatan peramalan. MAPE digunakan untuk mengetahui nilai kesalahan (*error*) dalam penelitian. Apabila data rata-rata semakin kecil persentase errornya maka tingkat peramalan semakin besar dan begitu sebaliknya jika rata-rata semakin besar maka tingkat peramalan semakin kecil. Setelah mendapatkan hasilnya maka dilakukan analisa untuk mengetahui peramalan tersebut memiliki hasil yang baik dan model tersebut baik digunakan. Semakin kecil nilai MAPE berarti nilai prediksi semakin akurat dengan nilai sebenarnya dan model yang digunakan merupakan model terbaik (Makridaki, 2004) Rumus MAPE sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \times 100 \dots\dots\dots(18)$$

Keterangan:

- n = Banyak data
- $y_t$  = Nilai aktual
- $\hat{y}_t$  = Nilai perkiraan

## 12) *Load Factor*

*Load Factor* atau tingkat okupansi rata-rata jumlah penumpang pada waktu dan lokasi tertentu di sepanjang rute yang dilalui atau perbandingan antara penumpang yang diangkut terhadap kapasitas yang tersedia dalam angkutan umum pada satuan persen. Adapun rumus *load factor* sebagai berikut:

$$Load\ Factor = \frac{Jumlah\ Penumpang}{Kapasitas\ Penumpang} \times 100\% \dots\dots\dots(19)$$

### b) Menghitung Variabel Kebutuhan Ruang Terminal Penumpang

Perhitungan kebutuhan ruang terminal penumpang dibutuhkan untuk mengetahui sejauh mana kapasitas terminal penumpang dalam menampung jumlah penumpang pada tahun 2033. Namun, untuk memperoleh kebutuhan ruang tersebut terlebih dahulu perlu dilakukan perhitungan beberapa variabel diantaranya:

#### 1) Jumlah Penumpang Berangkat dan Tiba pada jam sibuk (*peak hour*)

Perhitungan Jumlah orang yang berangkat dan tiba pada jam sibuk menggunakan tabel  $T_{PHP}$  (*Typical Peak Hour Passenger*) (Pm 178 Tahun 2015). Adapun persentase *Typical Peak Hour Passenger* adalah sebagai berikut:

**Tabel 4. Persentase *Typical Peak Hour Passenger***

Jumlah Penumpang/Tahun	Persentase $T_{PHP}$ (%)
$\geq 30.000.000$	0,035
20.000.000 - 29.999.999	0,040
10.000.000 - 19.999.999	0,045
1.000.000 - 9.999.999	0,050
500.000 - 999.999	0,080
100.000 - 499.999	0,130
< 100.000	0,200

Sumber: Pm 178 tahun 2015

Adapun persamaan untuk mengetahui jumlah penumpang pada jam sibuk sebagai berikut:

$$P_n = P_0 \times T_{PHP} \dots\dots\dots(20)$$

Keterangan :

- $P_n$  = Jumlah penumpang waktu sibuk rata-rata per hari pada tahun target (penumpang/hari)
- $P_0$  = Jumlah penumpang tahunan pada tahun target (penumpang/tahun)
- $T_{PHP}$  = *Typical Peak Hour Passenger*

Jumlah orang yang berangkat dan datang pada jam sibuk diperoleh melalui mengalikan rata-rata jumlah penumpang keberangkatan dan kedatangan selama periode 2014-2023 dengan rasio/persentase  $T_{PHP}$ . Namun, untuk menentukan jumlah penumpang yang ditransfer (*transit*) dianggap 20% dari jumlah penumpang yang sibuk (SKEP/77/VI/2005).

#### 2) Perhitungan Jumlah Penumpang Transfer (*Transit*)

Penentuan Jumlah penumpang transfer ditentukan dengan memperkirakan penumpang transit sebesar 20% dari volume penumpang pada jam sibuk, sesuai dengan Peraturan No. SKEP/77/VI/2005.

#### 3) Perhitungan Jumlah pengantar atau rasio pengunjung per penumpang

Jumlah pengunjung penumpang, seperti yang diatur dalam peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP/77/VI/2005 sebanyak 2 (dua) orang diperkirakan setiap penumpang akan dijemput oleh dua orang.

#### 4) Jumlah Waktu Yang Dibutuhkan Untuk Memproses Check in Setiap Penumpang

Sesuai dengan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP77I/VI/2005, proses pemrosesan tiket di check-in counter dianggap dua menit.

#### 5) Menunggu Waktu Terlama dan Tercepat

Sesuai dengan peraturan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP77I/VI/2005, Waktu menunggu tercepat adalah 20 menit dan waktu menunggu terlama adalah 60 menit sebelum keberangkatan.

#### 6) Persentase Penumpang yang Menggunakan Mobil/Taksi

Dalam studi ini, penumpang menggunakan mobil/taksi.

### **C) Mengaplikasikan Data Yang Diperoleh Sebagai Variabel Pada Rumus Perhitungan Kapasitas Terminal Penumpang Bandar Udara**

Setelah memperoleh hasil perhitungan variabel selanjutnya diaplikasikan pada rumus perhitungan kapasitas terminal penumpang. Selanjutnya dibandingkan dengan kondisi eksisting terminal penumpang bandar udara Betoambari.