

# Analisis penambahan Unit *Aviobridge* untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas *apron* di Bandar Udara Internasional Yogyakarta

Faradiba Ghandi Pramiswari<sup>1</sup>, Gunawan<sup>2</sup>, Fajar Khanif Rahmawati<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>Unit Apron Movement Control, Bandar Udara Internasional Yogyakarta

<sup>2,3</sup>Adisutjipto Institute of Aerospace Technology

## Article Info

### Article history:

Received January 4, 2024

Accepted March 4, 2024

Published March 5, 2024

### Keywords:

*Aviobridge*

*Forecasting*

*Apron*

Efisiensi

Efektivitas

## ABSTRACT

Bandara Internasional Yogyakarta berada di Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia. *Aviobridge* merupakan jembatan antara pesawat dengan terminal bandara yang memudahkan pergerakan penumpang dan awak kabin, bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan penumpang dan memudahkan aktivitas operasional petugas. Karena tingginya permintaan penggunaan *aviobridge* oleh personel ground handling, petugas pengendali pergerakan apron menghadapi tantangan, terutama pada jam sibuk. Oleh karena itu, perlu dilakukan penambahan unit *aviobridge*. Penambahan unit *aviobridge* ini juga sebagai upaya meningkatkan efisiensi dan efektivitas area apron. Metodologi yang digunakan adalah metode peramalan regresi linier. Berdasarkan hasil peramalan kedatangan pesawat, jumlah kedatangan pesawat selama periode 2023-2032 diperkirakan mengalami peningkatan sebagai berikut: 12814, 15543, 18271, 21000, 23729, 26458, 29186, 31915, 34644 dan 37372. Selain itu, pada jam sibuk, jumlah kedatangan pesawat berkisar antara 8 hingga 14. Penggunaan *aviobridge* dapat meningkatkan efisiensi ground time pesawat dari 0% menjadi 30% dan meningkatkan efektivitas penggunaan parking stand dari 100% menjadi 142%. Dengan analisis keuangan menunjukkan uang masuk sebesar Rp. 1.131.101.055 per tahun dan cash out sebesar Rp. 159.218.070 per tahun, estimasi payback period pengadaan *aviobridge* adalah 6,8 tahun, dengan internal rate of return sebesar 13,79%.



## Corresponding Author:

Fajar Khanif Rahmawati,

Adisutjipto Institute of Aerospace Technology

Jl. Janti Blok – R Lanud Adisutjipto

Kec. Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55198

Email: fajar.khanif@gmail.com

## 1. PENGANTAR

Bandar Udara Internasional Yogyakarta saat ini yang masih tergolong bandar udara baru sehingga masih perlu dilakukan banyak pengembangan demi meningkatkan pelayanan penumpang dan meningkatkan kinerja dari unit terkait. Salah satunya dengan mengoptimalkan fasilitas yang tersedia dan mendata ulang keperluan dari fasilitas disana. Salah satu fasilitas yang dapat mendukung efisiensi pelayanan sekaligus meningkatkan kinerja dari pengelola dalam sistem operasi bandar udara adalah *Passenger Boarding Bridge (Aviobridge)*. *Aviobridge* merupakan jembatan penghubung antara terminal bandar udara ke pesawat udara yang merupakan fasilitas untuk penumpang pesawat maupun *cabin crew*. *Aviobridge* dioperasikan oleh *AMC (Apron movement control)* unit di bandar udara yang memiliki lisensi untuk mengoperasikan *aviobridge* [14].

Berdasarkan observasi yang dilakukan peneliti di Bandar Udara Internasional Yogyakarta, terdapat maskapai yang mengeluhkan terkait penggunaan *aviobridge* dan *fixed bridge* yang jumlah unitnya masih kurang memadai terutama pada saat jam puncak penerbangan. Pada saat jam puncak ada sekitar 14 pesawat yang berada di *apron* dan terlebih lagi jika ada penerbangan tambahan atau *charter*.

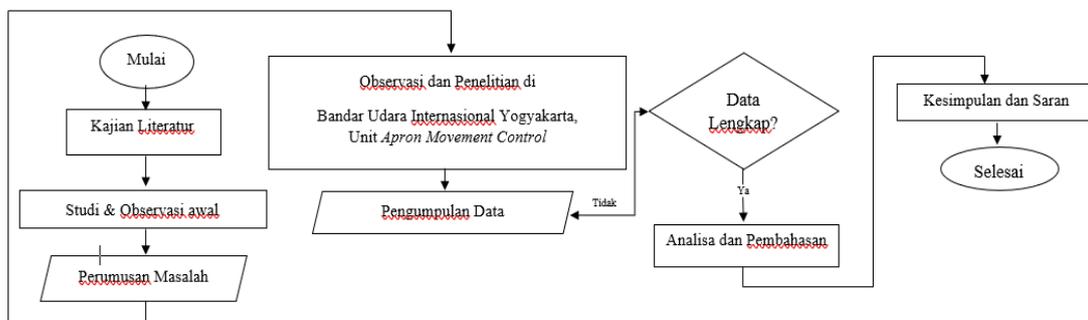
Pada saat jam puncak operasional penerbangan, petugas *AMC* mengalami kesulitan dalam pengaturan penggunaan fasilitas *aviobridge* karena terbatasnya unit *aviobridge* sedangkan seluruh *ground handling* dari

*airline* meminta menggunakan *aviobridge*. Dengan demikian tidak seluruh pesawat dapat menggunakan unit *aviobridge* dan harus menggunakan *towable boarding* atau tangga manual.

Penggunaan *towable boarding* ini memerlukan setidaknya empat personel dari unit *apron movement control* yang bertugas di lokasi untuk melakukan pengawasan di area *apron*. Manajemen keselamatan *apron* ini merupakan salah satu tugas dari *apron movement control* yang dilakukan berdasarkan KP 326 Tahun 2019 [7]. Selain itu pihak *airline* lebih memilih menggunakan *aviobridge* karena lebih efisien dan efektif dalam segi waktu dan keamanan. Penggunaan *aviobridge* dikatakan lebih efisien dan efektif dalam segi waktu karena waktu *ground time* karena tidak melebihi jadwal yang ditentukan, dan personel *cargo* dapat segera melakukan tugasnya tanpa menunggu penumpang berada di area aman. Jarak pintu pesawat menuju terminal relatif lebih dekat sedangkan dari segi kemanan karena penumpang tidak secara langsung melewati permukaan *apron* sehingga dapat menghindari *jet blast* dan menghindari hal yang tidak diinginkan karena kelalaian penumpang. Berdasarkan kasus yang pernah terjadi dan mengingat pentingnya *aviobridge*, penulis bermaksud melakukan analisa penambahan unit *aviobridge* di Bandar Udara Internasional Yogyakarta.

## 2. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian yang dilakukan dengan menggunakan data yang bersumber dari PT Angkasa Pura I (Persero) Cabang Bandar Udara Internasional Yogyakarta. Yang digunakan adalah data jumlah pergerakan pesawat yang datang, biaya penggunaan *aviobridge* dan data teknis. Data yang digunakan adalah periode 2019 sampai dengan 2022.



Gambar 1. Flowchart penelitian

Pengolahan data dilakukan dengan bantuan *Microsoft Excel* dimana terlebih dahulu menentukan pengelompokan data penelitian. Pengujian metode peramalan dilakukan untuk menentukan metode peramalan yang akan digunakan, dengan cara menghitung nilai *error* dari metode peramalan[1][2].

Metode yang diuji:

a) *Moving average*

$$MA = \frac{\sum X}{\text{jumlah periode}} \quad (1)$$

Keterangan:

MA : *Moving average*

$\sum X$  : Keseluruhan penjumlahan dari semua data

b) *Exponential smoothing*

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) F_t \quad (2)$$

Keterangan:

$F_{t+1}$  : Nilai peramalan untuk periode t+1

$Y_t$  : Nilai sebenarnya untuk periode t+1

$F_t$  : Nilai peramalan untuk periode t+1

$\alpha$  : konstanta penghalusan ( $0 < \alpha < 1$ )

c) Regresi linier

$$Y = a + bX \quad (3)$$

Keterangan:

Y: Subyek dalam variabel dependen/terikat yang diprediksi.

X: Subyek pada variabel independen/bebas bernilai

a : Harga Y ketika harga X=0 (harga konstan)

b : Angka arah atau koefisien regresi

Uji Peramalan :

a) *MAD (Mean Absolute Deviation)*

$$MAD = \sum |At - Ft| \quad (4)$$

Keterangan:

*MAD* : *Mean Absolute Deviation*

*At* : Permintaan aktual pada periode-t

*Ft* : Peramalan permintaan pada periode-t

b) *MSE (Mean Square Error)*

$$MSE = \sum |At - Ft|^2 \quad (5)$$

Keterangan:

*MSE* : *Mean Square Error*

*At* : Permintaan aktual pada periode-t

*Ft* : Peramalan permintaan pada periode-t

c) *MAPE (Mean Absolute Percentage Error)*

$$MAPE = \left( \frac{\sum |At - Ft|}{At} \right) \times 100 \quad (6)$$

Keterangan:

*MSE* : *Mean Square Error*

*At* : Permintaan aktual pada periode-t

*Ft* : Peramalan permintaan pada periode-t

Perhitungan Jam Puncak

Perhitungan jam puncak dilakukan untuk mengetahui atau memperkirakan jumlah pesawat udara di *apron* pada jam padat operasional penerbangan [3].

$$M_d = \frac{M_y}{365} \quad (7)$$

$$C_p = \frac{1,38}{\sqrt{M_d}} \quad (8)$$

$$M_p = C_p \times M_d \quad (9)$$

Keterangan:

$M_p$  = pergerakan pesawat pada jam puncak

$M_d$  = pergerakan pesawat harian

$M_y$  = pergerakan pesawat tahunan

$C_p$  = faktor jam puncak

*Ground Time* Pesawat Udara

Dilakukan perhitungan untuk mengetahui utilitas, efisiensi dan efektifitas dari penggunaan *aviobridge*[4][5].

a) Utilitas

$$\mu_k N_k = E[T_s] C_g \quad (10)$$

$\mu_k$  : Faktor pemakaian *aviobridge*, atau persentase waktu dalam satu jam *aviobridge* dapat digunakan oleh *airline* (secara normal, pemakaian diharapkan 80% karena distribusi permintaan).

$N_k$  : Jumlah *aviobridge* yang tersedia.

$E[T_s]$  : Waktu yang diharapkan dari waktu pemakaian *aviobridge* yang diminta (dapat dilihat dari STA dan STD)

$C_g$  : Kapasitas *aviobridge*, dinyatakan dalam jumlah pesawat perjam.

b) Efisiensi

$$\eta = \frac{\text{Hasil yang diperoleh}}{\text{Hasil maksimal yang pernah dicapai}} \quad (11)$$

c) Efektivitas

$$\varepsilon = \frac{\text{Hasil yang dicapai}}{\text{Besarnya upaya yang diberikan}} \quad (12)$$

**Analisis Finansial**

Dilakukan perhitungan untuk mengetahui berapa *cash flow* dalam pengadaan unit *aviobridge* serta mengetahui seberapa lama periode pengembalian[6][7].

$$k_{(PBP)} = \frac{\text{Investasi}}{\text{Annual Benefit}} \times \text{Periode waktu} \quad (13)$$

$$i = DF_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} \times (DF_2 - DF_1) \quad (14)$$

**3. HASIL DAN ANALISIS**

Jumlah pergerakan pesawat udara yang datang di Bandar Udara Internasional Yogyakarta sempat mengalami penurunan dan kenaikan secara bertahap. Hal ini dapat dilihat pada tabel 1, pertumbuhan jumlah pergerakan pesawat udara datang sangat berpengaruh terhadap perubahan tingkat pelayanan yang sudah ada. Hal ini dapat menjadi salah satu tolak ukur bahwa Bandar Udara Internasional Yogyakarta terus mengalami perkembangan dan perlu dilakukan peningkatan pelayanan baik dari segi pembangunan fisik maupun non fisik.

Tabel 1 Kedatangan Pesawat Udara Di Bandar Udara Internasional Yogyakarta Tahun 2019 s/d 2022 (Sumber: PT Angkasa Pura 1 (Persero) Cabang Bandar Udara Internasional Yogyakarta)

Tahun	Jumlah Kedatangan Pesawat Udara
2019	1544
2020	5906
2021	5866
2022	10653
Jumlah	23969

**3.1. Pemilihan Metode Peramalan**

a) Metode *moving average*

Untuk menghitung hasil dari *moving average* menggunakan persamaan (1)

$$MA_{2021} = \frac{(1544 + 5906 + 5866)}{3} = 4438,666667$$

$$MA_{2022} = \frac{(5906 + 5866 + 10653)}{3} = 7475$$

b) Metode *Exponential Smoothing*

Untuk menghitung hasil dari *exponential smoothing* menggunakan persamaan (2)

$$F_{2021} = 1544 + 0,7 \times (5906 - 1544) = 4597$$

$$F_{2022} = 4597 + 0,7 \times (5866 - 4597) = 5485$$

c) Metode *Regresi Linier*

Tabel 2 Perhitungan Peramalan Regresi Linier Tahun 2019 s/d 2022

Tahun	Xi	Yi	XiYi	Xi <sup>2</sup>
2019	1	1544	1544	1
2020	2	5906	11812	4
2021	3	5866	17598	9
2022	4	10653	42612	16
Σ	10	23969	73566	30

$$a = \frac{(\sum xi^2) \times (\sum yi) - (\sum xi) \times (\sum xiyi)}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

$$a = \frac{(30) \times (23969) - (10) \times (73566)}{4 \times (30) - (10)^2} = -829,5$$

$$b = \frac{n(\sum xiyi) - (\sum xi) \times (\sum yi)}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

$$b = \frac{4 \times (73566) - (10) \times (23969)}{4 \times (30) - (10)^2} = 2728,7$$

Untuk menghitung hasil dari regresi linier menggunakan persamaan (3)

$$Y_{2019} = -829,5 + 2728,7(1) = 1889$$

$$Y_{2020} = -829,5 + 2728,7(2) = 4627$$

$$Y_{2021} = -829,5 + 2728,7(3) = 7356$$

$$Y_{2022} = -829,5 + 2728,7(4) = 10085$$

Berdasarkan perhitungan peramalan kemudian dilakukan perhitungan uji kesalahan peramalan dari metode ini, dengan merujuk pada persamaan (4), (5) dan (6) dan didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai Uji Kesalahan Peramalan

Metode	MAD	MSE	MAPE
<i>Moving average</i>	2302,667	6068482,222	27%
<i>Exponential smoothing</i>	3599,393	15780091,005	48%
Regresi Linier	922,900	1075969,575	18,8%

Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa nilai *MAD*, *MSE* dan *MAPE* tertinggi adalah peramalan dengan menggunakan metode pendekatan *exponential smoothing* sedangkan nilai *error* terendah adalah peramalan dengan menggunakan metode pendekatan regresi linier, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa dari ketiga metode yang telah digunakan untuk meramalkan kedatangan pesawat udara adalah metode peramalan regresi linier, karena nilai uji kesalahan peramalan dengan metode regresi linier memiliki *error* yang terkecil.

### 3.2. Peramalan Kedatangan Pesawat Udara Tahun 2023 s/d 2032

Setelah didapatkan metode dengan tingkat kesalahan yang lebih rendah yaitu metode regresi linier selanjutnya dilakukan perhitungan nilai peramalan dari pergerakan pesawat udara yang datang. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Tabel 2 dari perhitungan dalam Tabel 3 didapatkan hasil berikut ini:

$$a = \frac{(\sum xi^2) \times (\sum yi) - (\sum xi) \times (\sum xiyi)}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

$$a = \frac{(30) \times (23969) - (10) \times (73566)}{4 \times (30) - (10)^2}$$

$$a = \frac{-16590}{20}$$

$$a = -829,5$$

$$b = \frac{n(\sum xiyi) - (\sum xi) \times (\sum yi)}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

$$b = \frac{4 \times (73566) - (10) \times (23969)}{4 \times (30) - (10)^2}$$

$$b = \frac{54574}{20}$$

$$b = 2728,7$$

Peramalan pergerakan pesawat udara di Bandar Udara Internasional Yogyakarta untuk Tahun 2023 sampai dengan Tahun 2032 adalah:

$$Y = a + b.(xi)$$

$$Y = -829,5 + 2728,7(xi)$$

Untuk tahun 2023, nilai  $xi = 5$  maka pergerakan pesawat udara yang datang pada tahun tersebut adalah:

$$Y_{2023} = -829,5 + 2728,7(5)$$

$$Y_{2023} = 12814 \text{ penerbangan}$$

Dengan cara yang sama seperti sebelumnya maka peramalan jumlah pergerakan pesawat udara yang datang di Bandar Udara Internasional Yogyakarta dari tahun berikutnya hingga tahun 2032, didapatkan seperti Tabel 4.

Tabel 4 Peramalan Jumlah Kedatangan Pesawat Udara Di Bandar Udara Internasional Yogyakarta Tahun 2023 s/d 2032

Tahun	$X_i$	Jumlah Kedatangan Pesawat
2023	5	12814
2024	6	15543
2025	7	18271
2026	8	21000
2027	9	23729
2028	10	26458
2029	11	29186
2030	12	31915
2031	13	34644
2032	14	37372



Gambar 2. Grafik Pergerakan Kedatangan Pesawat Udara Di Bandar Udara Internasional Yogyakarta Tahun 2019 s/d 2032

Gambar 2 merupakan data kedatangan aktual pesawat udara dari tahun 2019 s/d 2022 dan peramalan kedatangan dari tahun 2023 s/d 2032 dimana terlihat akan terjadi peningkatan kedatangan pesawat udara di Bandar Udara Internasional Yogyakarta pada setiap tahunnya. Pola pergerakan pesawat udara yang datang di Bandar Udara Internasional Yogyakarta secara aktual dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Kedatangan Pesawat Udara Di Bandar Udara Internasional Yogyakarta Tahun 2019 s/d 2022

Gambar 3 merupakan grafik kedatangan pesawat udara berdasarkan data aktual dan nilai dari korelasinya. Nilai korelasinya sebesar 0,8964, angka diatas nol menunjukkan korelasi positif. Nilai positif menunjukkan arah hubungan searah. Artinya jika X naik, maka Y naik begitu juga sebaliknya. Dalam pengolahan data regresi linier, tahun diolah menjadi nilai x sehingga perhitungan sumbu X disini dapat diartikan tahun ke berapa dihitung dari awal tahun yang akan dihitung.

### 3.3. Analisis Perhitungan Jam Puncak

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui jumlah pesawat udara saat jam puncak operasional, sehingga dapat menentukan berapa banyak kebutuhan *aviobridge*. Dari hasil peramalan, pada tahun 2023 jumlah pergerakan pesawat udara yang datang di Bandar Udara Internasional Yogyakarta mencapai 12814 penerbangan. Maka jumlah pesawat pada jam puncak tahun 2023 dihitung dengan merujuk pada rumus (7), (8) dan (9):

Tahun 2023

$$M_d = \frac{12814}{365} = 35$$

$$C_d = \frac{1,38}{\sqrt{35}} = 0,23$$

$$M_p = 35 \times 0,23 = 8$$

Menurut perhitungan pada tahun 2023 terdapat lebih kurang 8 pesawat udara pada jam puncak di Bandar Udara Internasional Yogyakarta. Dengan menggunakan cara yang sama akan didapatkan jumlah pesawat pada jam puncak Tahun 2023 hingga Tahun 2032 seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Peramalan Kedatangan Pesawat Udara Pada Jam Puncak Di Bandar Udara Internasional Yogyakarta Tahun 2023 s/d 2032

Tahun	Jumlah kedatangan pesawat	Jumlah kedatangan pesawat jam puncak
2023	12814	8
2024	15543	9
2025	18271	10
2026	21000	10
2027	23729	11
2028	26458	12
2029	29186	12
2030	31915	13
2031	34644	13
2032	37372	14

Kapasitas yang dapat ditampung dengan 8 *aviobridge* tersebut dalam satu jam dapat ditentukan dengan persamaan (10):

$$\mu_k N_k = E[T_s] C_g$$

$$(0,8 \times 60 \text{ menit}) \times 8 = (50 \text{ menit}) C_g$$

$$48 \times 8 = 50 C_g$$

$$C_g = \frac{384}{50}$$

$$C_g = 8 \text{ pesawat/jam}$$

Dari perhitungan di atas penulis menganggap bahwa keputusan pihak Bandar Udara Internasional Yogyakarta untuk menambahkan jumlah unit *aviobridge* sudah benar. Pihak Bandar Udara Internasional Yogyakarta harus menambahkan *aviobridge* menjadi 12 unit untuk melayani 12 pesawat udara di jam puncak pada tahun 2028, hingga beberapa tahun mendatang.

$$\mu_k N_k = E[T_s] C_g$$

$$(0,8 \times 60 \text{ menit}) \times 12 = (50 \text{ menit}) C_g$$

$$576 = 50 C_g$$

$$C_g = \frac{576}{50}$$

$$C_g = 12 \text{ pesawat/jam}$$

Dengan 12 buah *aviobridge* yang tersedia, pengelola Bandar Udara mampu melayani 12 pesawat udara setiap jamnya.

### 3.4. Analisis Perhitungan Efisiensi dan Efektivitas

Didapatkan rata-rata waktu maksimal *ground time* adalah 60 menit rata-rata waktu *ground time* untuk pesawat udara dengan *aviobridge* adalah 42 menit dan tanpa *aviobridge* (*towable boarding*) adalah 60 menit. Karena waktu maksimal yang disediakan untuk operasional *ground time* adalah 60 menit, maka nilai efisiensi dengan *aviobridge* dan tanpa *aviobridge* adalah merujuk pada persamaan (11):

$$\eta \text{ dengan } \textit{aviobridge} = \frac{60 - 42}{60} \times 100\% = 30\%$$

$$\eta \text{ tanpa } \textit{aviobridge} = \frac{60 - 60}{60} \times 100\% = 0\%$$

Dari perhitungan di atas terlihat bahwa dengan penggunaan *aviobridge* dapat meningkatkan nilai efisiensi *ground time* pesawat udara dari 0% menjadi 30%. Dalam waktu 60 menit, 1 unit *towable boarding* bisa melayani 1 pesawat tanpa ada sisa waktu dibuktikan dalam perhitungan efisiensi yaitu 0% sedangkan dengan 1 unit *aviobridge* dapat melayani 1 pesawat namun ada sisa waktu kurang lebih 18 menit dibuktikan dalam perhitungan efisiensi yaitu 30%. Dapat ditarik kesimpulan dengan menggunakan *aviobridge* akan lebih efisien karena lebih menghemat waktu dan sisa waktu bisa digunakan untuk pesawat yang akan datang. Untuk menentukan nilai efektivitas, penulis melakukan perhitungan terhadap banyaknya pesawat yang mampu dilayani oleh pihak pengelola bandar udara di parking stand pada satuan waktu tertentu. Waktu maksimal *ground time* adalah 60 menit. Dalam 1 jam berarti 1 parking stand maksimal mampu melayani 1 pesawat udara. Tingkat efektivitas dapat ditentukan sebagai berikut merujuk pada persamaan (12):

$$\varepsilon = \frac{\textit{Hasil yang dicapai}}{\textit{Besarnya upaya yang diberikan}}$$

$$\varepsilon \text{ dengan } \textit{aviobridge} = \frac{60 \div 42}{1} \times 100\% = 142\%$$

$$\varepsilon \text{ tanpa } \textit{aviobridge} = \frac{60 \div 60}{1} \times 100\% = 100\%$$

Dengan penggunaan *aviobridge* ternyata juga dapat meningkatkan efektivitas penggunaan *parking stand*. Hasil bisa dikatakan efektif apabila memenuhi target *ground time* yaitu maksimal 60 menit. Penggunaan *towable boarding* sudah dikatakan efektif namun dengan menggunakan *aviobridge* dapat meningkatkan efektivitas penggunaan *parking stand* dari 100% menjadi 142%. Dapat ditarik kesimpulan dengan menggunakan *aviobridge* akan lebih efektif karena melampaui target waktu *ground time* yang direncanakan.

### 3.5. Analisis Finansial

Untuk mengetahui seberapa lama (periode) investasi yang diperlukan agar dapat memperoleh pengembalian dana maka dari itu diperlukan adanya perhitungan tata aliran uang masuk dan keluar (*cash flow*) selanjutnya memperhitungkan *payback period* dan *internal rate of return*. PT Angkasa Pura Properti melakukan perjanjian kontrak dengan PT Bukaka Teknik Utama Tbk dalam pengadaan unit *aviobridge*. Perjanjian dengan PT Angkasa Pura Property sampai dengan Maret 2019 Nomor Kontrak APP/KTR/2018/DU untuk pengadaan dan pemasangan PBB di New Yogyakarta International Airport – Kulon Progo dengan nilai kontrak sebesar Rp. 66,42 Miliar. (A219-18). Dalam perjanjian tersebut, pengadaan dan pemasangan *aviobridge* sebesar Rp. 66.420.000.000 untuk 10 unit *aviobridge*. Sehingga dapat diperkirakan 1 unit *aviobridge* memerlukan biaya sebesar Rp. 6.642.000.000.[15]

Tarif/kWh : Rp. 1.644,52/kWh.

Konsumsi listrik : 40,044 kW

Biaya listrik per jam = Tarif/kWh  $\times$  wattage

Biaya listrik per jam = 1,644,52  $\times$  40,044

Biaya listrik per jam = Rp. 65.853

Dengan peramalan yang sudah diperhitungkan sebelumnya maka jumlah kedatangan pesawat pada saat jam puncak yang terdapat 12 pesawat yaitu pada Tahun 2028, didapatkan hasil kedatangan pesawat sebesar 26458, sehingga diperkirakan terdapat 72 pesawat yang datang setiap harinya. Dengan memiliki 12 unit *aviobridge* maka diperkirakan setiap *aviobridge* dapat melayani kurang lebih 6 buah pesawat.

Biaya listrik tiap *aviobridge* = Rp. 65.853  $\times$  6 pemakaian

Biaya listrik tiap *aviobridge* = Rp. 395.118/hari

Biaya listrik tiap *aviobridge* = Rp. 144.218.070/Tahun

Aviobridge Domestik		
Tarif Penggunaan Aviobridge Domestik (IDR) 2 Jam Pertama		Tarif Setelah 2 Jam Pertama
Rp. 7.027/ton/sekali pemakaian (Docking dan atau De-Docking)		Tarif Tambahan ( <i>Surcharge</i> ) Garbarata ( <i>Aviobridge</i> ) sebesar 50% dari Tarif Normal dengan kelipatan per 1 (satu) jam

Aviobridge Internasional		
Jenis MTOW Pesawat	Tarif Penggunaan Aviobridge Internasional (USD) 2 Jam Pertama	Tarif Setelah 2 Jam Pertama
s.d 100 Ton	USD 83,49	Tarif Tambahan ( <i>Surcharge</i> ) Garbarata ( <i>Aviobridge</i> ) sebesar 50% dari Tarif Normal dengan kelipatan per 1 (satu) jam
>100 Ton s.d 200 Ton	USD 166,99	
>200 Ton s.d 300 Ton	USD 275,59	
>300 Ton	USD 308,86	

Gambar 5. Penetapan Tarif Penggunaan *Aviobridge*

Tarif yang dikenakan berbeda tergantung dari rute (domestik atau internasional), tipe pesawat yang digunakan dan MTOW (Maximum Take Off Weight)[13]. Di Bandar Udara Internasional Yogyakarta rata-rata menggunakan pesawat tipe sekelas B739 dan A320 dengan perkiraan MTOW seberat 73.500 Kg atau setara dengan 73,5 Ton, sehingga diperkirakan tarif penggunaan *aviobridge* sekitar Rp. 516.484,- / 2 jam pertama. Dengan peramalan yang sudah diperhitungkan sebelumnya maka jumlah kedatangan pesawat pada saat jam puncak yang terdapat 12 pesawat yaitu pada Tahun 2028, didapatkan hasil kedatangan pesawat sebesar 26458 sehingga diperkirakan terdapat 72 pesawat yang datang setiap harinya. Dengan memiliki 12 unit *aviobridge* maka diperkirakan setiap *aviobridge* dapat melayani kurang lebih 6 buah pesawat.

pemasukan *aviobridge* = Rp. 516.484 × 6 pemakaian

pemasukan *aviobridge* = Rp. 3.098.907/hari

pemasukan *aviobridge* = Rp. 1.131.101.055/Tahun

Cash flow lengkap merupakan seluruh laporan aliran keuangan yang masuk dan keluar.

P (harga unit) = Rp. 6.642.000.000

N (periode unit) = 20 Tahun

A (benefit) = Rp. 1.131.101.055/tahun

Biaya operasional= Rp. 159.218.070/tahun

Tabel 6. *Cash Flow* Lengkap

Tahun (n)	<i>Cash flow</i>	
	<i>Cash-out</i> (-)	<i>Cash-in</i> (+)
0	Rp. 6.642.000.000	-
1	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
2	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
3	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
4	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
5	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
6	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
7	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
8	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
9	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
10	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
11	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
12	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
13	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
14	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
15	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
16	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
17	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
18	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
19	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055
20	Rp. 159.218.070	Rp. 1.131.101.055

Untuk mengetahui perkiraan jangka waktu yang dibutuhkan supaya dana pembelian/investasi yang telah digunakan bisa didapatkan kembali secara utuh diperlukan adanya perhitungan *payback period*. Dalam menghitung *payback period* menggunakan persamaan berikut ini:

Harga *aviobridge* = Rp. 6.642.000.000

Biaya operasional= Rp. 159.218.070/tahun

Benefit = Rp. 1.131.101.055/tahun

Usia ekonomis = 20 tahun.

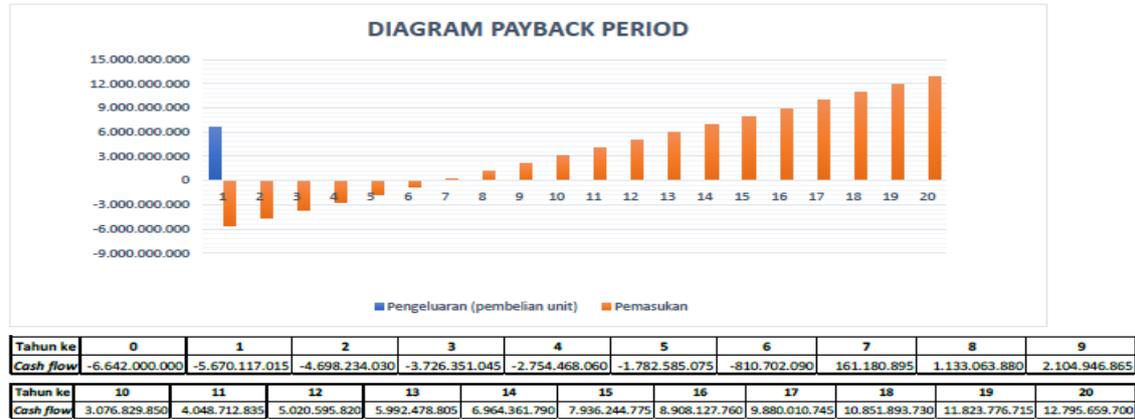
$$k_{(PBP)} = \frac{\text{Investasi}}{\text{Annual Benefit}} \times \text{Periode waktu}$$

$$k_{(PBP)} = \frac{6.642.000.000}{(1.131.101.055 - 159.218.070)} \times \text{tahun}$$

$$k_{(PBP)} = \frac{971.882.985}{6.642.000.000} \times \text{tahun}$$

$$k_{(PBP)} = 6,8 \text{ tahun}$$

Karena  $k = 6,8 \text{ tahun} < n = 20 \text{ Tahun}$ , maka periode pengembalian (payback period) memenuhi syarat dan layak.



Gambar 6. Periode pengembalian

Suatu investasi dikatakan layak dan menguntungkan jika nilai IRR lebih besar dari cost of capital yang diasumsikan. Ada beberapa tahapan dalam menghitung nilai IRR.

Harga *aviobridge* = Rp. 6.642.000.000

Biaya operasional = Rp. 159.218.070/tahun

Benefit = Rp. 1.131.101.055/tahun

Usia ekonomis = 20 Tahun

Bunga deposito = 3%

$$NPV_1 = \{(\text{pendapatan bersih} \times \sum DF_{1-20}) + (\text{nilai sisa} \times DF_{20})\} - \text{investasi}$$

$$NPV_1 = \{((1.131.101.055 - 159.218.070) \times 6,067) + (0 \times 0,0611)\} - 6.642.000.000$$

$$NPV_1 = \{(971.882.985 \times 6,067) + (0)\} - 6.642.000.000$$

$$NPV_1 = -745.746.580$$

NPV yang diperoleh bernilai negatif, maka untuk DF coba-coba yang kedua harus lebih kecil dari nilai DF ini hingga diperoleh nilai positif.

$$NPV_2 = \{((1.131.101.055 - 159.218.070) \times 12,413) + (0 \times 0,377)\} - 6.642.000.000$$

$$NPV_2 = \{(971.882.985 \times 12,413) + (0)\} - 6.642.000.000$$

$$NPV_2 = 12.063.503.439 - 6.642.000.000$$

$$NPV_2 = 5.421.503.439$$

Interpolasi

$$\text{Selisih DF} = 15\% - 5\% = 10\%$$

$$\text{Selisih DF} = 15\%$$

$$\text{Selisih PV} = ((6.642.000.000 + 5.421.503.439) - (6.642.000.000 + (-745.746.580)))$$

$$\text{Selisih NPV} = 12.063.503.439 - 5.896.253.420$$

$$\text{Selisih NPV} = \text{Rp. } 6.167.250.019$$

Selisih NPV positif dengan nilai investasi

$$= 12.063.503.439 - 6.642.000.000$$

$$= \text{Rp. } 5.421.503.439$$

Internal rate of return (IRR)

$$i = DF_1 + \frac{NPV}{(\text{Selisih NPV})} \times (DF_2 - DF_1)$$

$$i = 5\% + \frac{5.421.503.439}{(6.167.250.019)} \times 10\%$$

$$i = 13,79\% > 3\%$$

Nilai IRR yang diperoleh lebih besar dari tingkat pengembalian yang ingin dicapai, sehingga rencana ini dinyatakan memenuhi syarat dan layak.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil perhitungan peramalan (*Forecasting*) di dapatkan hasil sebagai berikut:

- a. Jumlah kedatangan pesawat udara di Bandar Udara Internasional Yogyakarta dari tahun 2023 sampai dengan tahun 2032 mengalami peningkatan yaitu: 12814, 15543, 18271, 21000, 23729, 26458, 29186, 31915, 34644 dan 37372 pesawat udara.
- b. Jumlah kedatangan pesawat udara pada jam puncak dari tahun 2023 samapai dengan 2032 mengalami peningkatan yaitu: 8, 9, 10, 10, 11, 12, 12, 13, 13, 14 pesawat udara. Frekuensi kedatangan pesawat pada jam puncak mengalami peningkatan Diperlukan adanya penambahan 2 unit *aviobridge* setidaknya sebelum Tahun 2028. Penggunaan *aviobridge* dapat meningkatkan nilai efisiensi sebesar 30%, dari 0% menjadi 30% dan meningkatkan nilai efektivitas sebesar 42%, dari 100% menjadi 142%.
- c. Berdasarkan data dan perhitungan diketahui bahwa analisis finansial dalam pengadaan unit *aviobridge* adalah:  
*Cash-in* : Tarif sewa Rp.516.484/2 jam pertama tiap pesawat, *Cash-out*: Biaya operasional *aviobridge* ± Rp. 159.218.070/tahun. Dari hasil perhitungan didapatkan *payback period* yaitu 6,8 tahun dan dikategorikan memenuhi syarat serta layak. Selain itu dari hasil perhitungan didapatkan *internal rate of return* sebesar 13,79%. Nilai *IRR* yang didapatkan lebih besar dari tingkat pengembalian yang ingin dicapai, sehingga dinyatakan memenuhi syarat dan layak.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali, "Perbandingan Metode Forecasting," Jurnal Teknologi Informasi, Vol. 9 No. 2, Oct Malang.
- [2] Anna, Popi, "Penerapan Metode Peramalan (Forecasting) Pada Permintaan Atap Di Pt X" Universitas Mercu Buanan.
- [3] Jica"Master Plan For Greater Dhaka Protection Project (Study In Dhaka Metropolitan Area), Fap 8a, Main Report And Support Ing Reports I And Ii. Flood Plan Coordination Organization," Dhaka: Japan International Cooperation Agency, 1991.
- [4] M.Natsir, "Rekayasa Bandar Udara Jilid 1", Agma, Sulawesi Selatan, 2017.
- [5] Mahsun,"Jurnal Efisiensi Dan Efektivitas Kerja," Hal 187-188 Dec 2009.
- [6] M. Giatman, "Ekonomi Teknik," Pt Rajagrafindo Persada, Jakarta Utara.
- [7] Republik Indonesia,"Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor 326 Tahun 2019 Tentang Standar Teknis Dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil," Jakarta, 2019.
- [8] Vincent, "Managerial Economics", Bogor, 2011.
- [9] Fatmawati, Yamin, Armin, "Kajian Waktu Tempuh Pergerakan Penumpang Bagasi Di Terminal Kedatangan Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar," Jurnal Transportasi, Vol. 13 No. 1, Ja 2013.
- [10] Barry, Heizer, "Principles Of Operations Management: Sustainabilityand Supply Chain Management," Prentice Hall, New Jersey.
- [11] D. Nur Fajrin,"Perancangan Airport Nasional Di Kota Sampit Kalimantan Tengah," Uin Maulana Malik Ibrahim Malang.
- [12] Horonjeff, Mckelvey, "Planning And Design Of Airport," Second Edition, Mcgraw-Hill, Newyork, 1975.
- [13] Jufri Fanderson, "Upaya Pendapatan Bandar Udara Internasional Adisumarmo Angkasa Pura I (Persero)," Surakarta 2015.
- [14] Lintang Puja, "Analisis Perhitungan Waktu Menaikkan Dan Menurunkan Penumpang Pesawat A320 Terkait Efisiensi Dan Efektivitas Penggunaan Garbarata Di Bandar Udara Internasional Adi Soemarmo Surakarta," 2017.
- [15] Pt Bukaka Teknik Utama Tbk, "Laporan Tahunan Annual Report,"2019.

