

## ANALISIS KAPASITAS DAN OPTIMALISASI APRON BANDAR UDARA INTERNASIONAL SAM RATULANGI MANADO

Alfian Andre Victor Paendong

Lucia I. R. Lefrandt, Audie L. E. Rumayar

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email : [alfianandre96@gmail.com](mailto:alfianandre96@gmail.com)

### ABSTRAK

Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado merupakan bandar udara kedua terbesar di pulau Sulawesi setelah Bandar Udara Internasional Hasanuddin Makassar dan merupakan bandar udara tersibuk ke-18 di Indonesia versi Airport Council Internasional. Bandar udara dengan kode MDC ini terketak di Jalan A.A. Maramis Kelurahan Paniki Bawah, Kecamatan Mapanget, Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara. Bandar udara ini berjarak 13 km dari pusat kota Manado. PT. Angkasa Pura I (Persero) merupakan pengelola bandar udara ini.

Setiap tahunnya bandar udara ini mengalami peningkatan jumlah pergerakan baik penumpang maupun pesawat. Pada tahun 2018, pergerakan penumpang mencapai 2.747.441 penumpang dengan pergerakan pesawat mencapai 25.914 pesawat dan setiap harinya bandar udara ini melayani rata-rata 75-80 penerbangan perhari. Peningkatan jumlah pergerakan yang terjadi secara otomatis akan mempengaruhi kapasitas setiap fasilitas yang dioperasikan didalam bandar udara salah satunya apron. Untuk itu perlu dilakukan analisis terhadap fasilitas bandar udara dalam hal ini apron.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah pergerakan pada saat jam puncak, kapasitas apron dan jumlah kebutuhan parking stand baik pada tahun eksisting (2018) maupun pada tahun rencana yaitu tahun 2023 dan 2028, dengan data pesawat yang digunakan yaitu pesawat Boeing 737-400 sebagai pesawat rencana terbesar bandar udara. Peramalan jumlah pergerakan pesawat dilakukan menggunakan Metode Trend Linier dengan data pergerakan pesawat selama 5 tahun terakhir (2014-2018) yang diperoleh dari PT. Angkasa Pura I (Persero). Pola rasio jam puncak pada tahun eksisting diperoleh dengan menggunakan Metode Pignataro dan kemudian ini digunakan untuk mengetahui jumlah pergerakan pesawat pada tahun rencana dengan mengalikan pola rasio yang didapat dengan jumlah pergerakan pesawat tahunan hasil dari peramalan. Hasil yang didapat selanjutnya dibandingkan dengan kapasitas apron eksisting dan dianalisa apakah kapasitas apron masih bisa melayani pergerakan pesawat tahun rencana atau tidak.

Dari hasil analisis yang dilakukan, kapasitas apron pada tahun eksisting masih mampu melayani pergerakan pesawat yang ada, namun pada tahun rencana kapasitas apron sudah terlampaui. Jumlah pergerakan pesawat pada saat jam puncak di tahun rencana sudah melebihi kapasitas apron yang ada. Untuk itu perlu dilakukan langkah optimalisasi apron guna meningkatkan kapasitas apron agar bisa melayani pergerakan pesawat pada tahun rencana. Langkah yang bisa dilakukan yaitu menambah parking stands dengan perluasan apron. Penambahan jumlah parking stand yang dibutuhkan untuk tahun rencana 5 tahun (2023) adalah dari 16 parking stands yang ada ditambah 3 parking stands dan untuk tahun rencana 10 tahun (2028) diperlukan penambahan 7 parking stands.

**Kata kunci:** Bandar Udara, Peramalan, Metode Pignataro, Optimalisasi.

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Bandar udara Internasional Sam Ratulangi Manado merupakan bandar udara kedua terbesar di pulau Sulawesi setelah Bandar Udara Internasional Hasanuddin Makassar dan merupakan bandar udara tersibuk ke-18 di Indonesia versi Airport Council Internasional.

Bandar udara berkode MDC ini berada di bawah pengelolaan PT. Angkasa Pura I (Persero) dan terletak di Jalan A.A. Maramis Kelurahan Paniki Bawah, Kecamatan Mapanget, Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara. Bandar udara ini berjarak 13 km dari pusat kota Manado.

Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado ini setiap tahunnya mengalami peningkatan jumlah pergerakan baik penumpang

maupun pesawat. Pada tahun 2018, pergerakan penumpang mencapai 2.747.441 penumpang dengan pergerakan pesawat mencapai 25.914 pesawat. Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado melayani rata-rata 75 - 80 penerbangan per hari.

Dengan terus terjadinya peningkatan jumlah pergerakan penumpang dan pergerakan pesawat tiap tahunnya di bandar udara ini maka secara otomatis akan mempengaruhi kapasitas setiap fasilitas yang dioperasikan didalam bandar udara, salah satu fasilitas tersebut adalah *apron* yang merupakan area yang digunakan untuk pesawat menaikan dan menurunkan penumpang, barang serta servis lainnya. Untuk itu perlu dilakukan analisis terhadap fasilitas bandar udara dalam hal ini *apron*. Dengan melakukan analisis kapasitas pada *apron* Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado, diharapkan bisa memberi informasi tentang kapasitas *apron* baik diwaktu sekarang maupun tahun mendatang serta langkah optimalisasi yang perlu dilakukan untuk mengoptimalkan sistem *apron*.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka terdapat beberapa permasalahan pada penelitian ini yaitu

1. Berapa jumlah pergerakan pesawat yang menggunakan *apron* pada saat jam puncak ?
2. Apakah *parking stand* yang ada mampu menampung pergerakan pesawat pada saat jam puncak?
3. Berapa kebutuhan *parking stand* untuk tahun mendatang ?
4. Apa langkah yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan *apron* pada waktu mendatang?

### Batasan Masalah

Dalam penelitian ini ditetapkan beberapa batasan yaitu

1. Data-data yang digunakan merupakan data sekunder dari Kantor Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi, PT. Angkasa Pura I (Persero).
2. Analisis kapasitas *apron* dilakukan di *apron* Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado.
3. Hanya memperhitungkan pergerakan pesawat penumpang (Komersil terjadwal)

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu

1. Menganalisis komposisi *parking stand* kondisi saat ini (kapasitas *apron*).
2. Menghitung jumlah pergerakan pesawat yang menggunakan *apron* pada saat jam puncak pada kondisi saat ini dan untuk 5 dan 10 tahun mendatang.
3. Menghitung kebutuhan *parking stand* untuk 5 dan 10 tahun mendatang.
4. Melakukan langkah optimalisasi *apron* untuk 5 dan 10 tahun mendatang.

### Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah kiranya dapat menambah wawasan tentang *apron* bandar udara bagi semua serta bisa menjadi referensi pihak pengelola bandar udara untuk melakukan optimalisasi *apron* di Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado pada 5 dan 10 tahun mendatang.

## LANDASAN TEORI

### Bandar Udara

Bandar udara adalah kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamat dan keamanan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya.

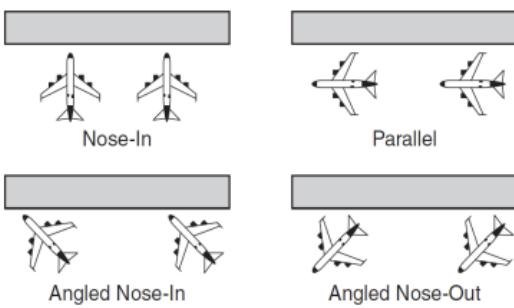
### Apron

*Apron* adalah suatu daerah tertentu di suatu bandar udara, terletak di dekat bangunan terminal yang digunakan sebagai tempat pemberhentian pesawat terbang, untuk keperluan menaikkan dan menurunkan penumpang, memuat dan membongkar barang, mengisi bahan bakar, serta melakukan pemeliharaan dan perawatan bagi pesawat terbang tersebut.

### Konfigurasi Parkir Pesawat

Konfigurasi parkir pesawat adalah posisi parkir pesawat terhadap gedung terminal dan cara pesawat tersebut bergerak memasuki dan keluar dari tempat parkirnya.

1. *Nose-In Parking*
2. *Parallel Parking*
3. *Angled Nose-In Parking*
4. *Angled Nose-Out Parking*



Gambar 1. Konfigurasi Parkir pesawat

### Dimensi Apron

Jumlah *Parking Stand*

$$N = C \times T / 60 + A$$

dengan,

$N$  = Jumlah pesawat yang akan diparkir di *apron*

$C$  = Jumlah gerakan pesawat pada jam sibuk

$T$  = Waktu pesawat menempati area parkir (30-60 menit)

$A$  = Cadangan pesawat

Menurut ICAO (1987), jumlah parkir pesawat (*parking stands*) yang dibutuhkan di terminal penumpang dapat dihitung dengan rumus:

$$S = \sum (T_i \times N_i) + \alpha$$

dengan,

$S$  = kebutuhan parkir pesawat (*parking stands*)

$T_i$  = *gate occupancy time* dalam menit untuk tipe pesawat  $i$

$N_i$  = jumlah pergerakan pesawat tipe  $i$  pada jam puncak

$\alpha$  = jumlah pesawat tambahan (ekstra)

Besarnya  $\alpha$ :

$\alpha = 1$  apabila  $N = 1-9$

$\alpha = 2$  apabila  $N = 10-18$

$\alpha = 3$  apabila  $N = 19-27$

### Panjang dan Lebar Apron

Untuk menentukan panjang dan lebar *apron* dengan sistem frontal pada parkir pesawat dapat ditulang menggunakan persamaan berikut. Menurut Peraturan Direktur Jendral Perhubungan (2005).

$$\text{Panjang } apron = (K \times S) + ((K + 1) \times C)$$

$$\text{Lebar } apron = L + A + W, \text{ untuk } 1 \text{ taxi lane}$$

Dimana :

$K$  = Jumlah *parking stand*

$S$  = *Wing span* pesawat (m)

$C$  = Jarak pesawat ke pesawat dan pesawat ke terminal (m)

$L$  = Panjang Pesawat (m)

$A$  = Jarak pesawat yang parkir dan pesawat yang akan tinggal landas (m)

$W$  = Lebar *taxis lane* (160ft untuk pesawat kecil dan 290ft untuk pesawat berbadan besar).

Tabel 1. Jarak Bebas Antar Pesawat di *Apron*

Aircraft Code Letter	Clearance (m)
A	3,0
B	3,0
C	4,5
D	7,5
E	7,5
F	7,5

Sumber :Aerodrome Design Manual, 2005

### Kapasitas Apron

Kapasitas *apron* dibagi menjadi 2 kategori yaitu kapasitas Statis (*Static Capacity*) dan Kapasitas Dinamis (*Dynamic Capacity*). Untuk menghitung kapasitas dari *apron* suatu bandara, dapat menggunakan persamaan berikut

$$\text{Kapasitas } Apron = \frac{(\text{Parking stand})}{(\text{Minimum interval}/60)}$$

dengan,

Minimum Interval = SOT + PT + BT (menit)

GOT = *Gate Occupancy Time* (menit)

PT = *Positioning Time* (menit)

BT = *Buffer Time* (menit)

### Peramalan

#### Metode Trend Linier

Metode ini merupakan metode regresi untuk mendapatkan hubungan antara sumbu Y dan sumbu X dimana Y adalah jumlah permintaan kebutuhan dan X adalah tahunnya dengan cara menarik garis linier antara data-data tersebut dan meminimumkan jumlah pangkat dua dari masing-masing penyimpangan jarak data-data dengan garis yang dibuat.

Metode *Trend Linear* dapat digunakan untuk menggambarkan hubungan saat ini (*eksisting*) dan peramalan pertumbuhan lalu-lintas udara yang akan datang. Dalam kasus yang paling sederhana, hubungan secara umum dapat dinyatakan dalam Persamaan berikut:

$$\hat{Y} = a + bX$$

dimana:

$\hat{Y}$  = nilai variabel berdasarkan garis regresi

X = variabel independen  
 a= konstanta  
 b= koefisien arah garis linier

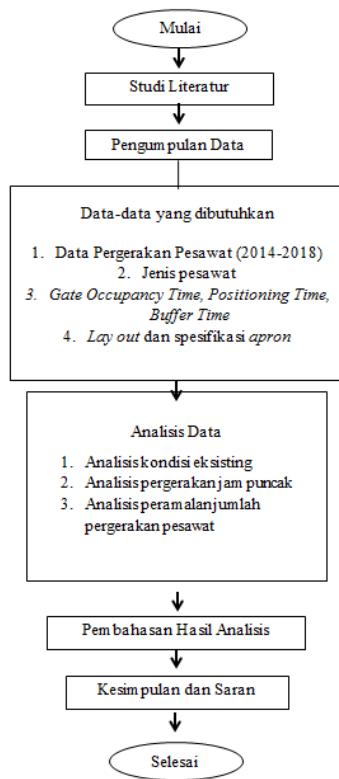
### Perhitungan jam puncak

Perhitungan jam puncak perlu dilakukan sebagai dasar acuan kondisi paling maksimum dalam penggunaan *apron*. Selain itu, metode ini juga digunakan untuk mengetahui tingkat pergerakan maksimum pada kondisi *peak hour*. Berdasarkan data yang ada, dapat diketahui jumlah pergerakan harian rata-rata di *apron* dalam 1 tahun dan jumlah pergerakan pesawat di *apron* pada bulan puncak dalam 1 tahun.

1. Metode JICA
2. Metode Pignataro

### METODOLOGI PENELITIAN

#### Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

#### Analisa Data

Analisis dilakukan terhadap :

1. Kondisi eksisting *apron*

Analisis kondisi eksisting (tahun 2018) dilakukan berdasarkan data sekunder yang diperoleh. Dilakukan guna mengetahui jumlah

*parking stands* yang ada dan apakah kapasitasnya masih mampu melayani pergerakan yang ada.

#### 2. Pergerakan jam puncak (*peak hour*)

Analisis ini dilakukan dengan menggunakan metode Pignataro. Pergerakan jam puncak didapat dengan mencari pola rasio jam puncak dari data pergerakan pesawat kondisi eksisting.

#### 3. Peramalan jumlah pergerakan pesawat

Analisis dilakukan dengan menggunakan *Trend Linier* untuk mengetahui jumlah pergerakan pesawat pada 5 dan 10 tahun mendatang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Umum Bandar Udara

Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado merupakan bandar udara yang melayani penerbangan domestik dan internasional, dengan waktu operasional 24jam. Bandar udara ini memiliki 22 *parking stands*, 16 *parking stands* untuk pesawat *narrow body* dan 6 sisanya untuk pesawat *small body* dan juga digunakan untuk *helicopter*.

Tabel 2 Spesifikasi Apron

No	Fasilitas	Luas (m <sup>2</sup> )	Kekuatan	Jenis Perkerasan	Tahun Dibangun
1	Apron I	15,975	PCN 72 R/C/X/T	Rigid	2008
2	Apron II	24,772	PCN 72 R/C/X/T	Rigid	1999
3	Apron III	20,069	PCN 60 R/C/X/T	Rigid	1982
4	Apron IV	18,743	PCN 65 R/C/X/T	Rigid	2011
5	Apron Flexible	10,321	PCN 72 F/C/X/T	Flexible	1999

(Sumber : Angkasa Pura I Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado)

### Jumlah Parking Stand

Pesawat terbesar yang diijinkan di Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado adalah Boeing 737-900 yang termasuk jenis pesawat *narrow body* dengan wingspan 35,8m dan memiliki code letter C menurut ICAO.

Analisis hanya dilakukan pada apron yang digunakan untuk parkir pesawat *narrow body* (*Parking stand 1-16*) yaitu dengan panjang apron 697,4 meter dengan model terminal linear dengan konfigurasi parkir *Nose-In Parking* dan terdapat 3 *parking stand* menggunakan *Angel Nose-In parking*.

$$K = \frac{(Panjang\ apron - C)}{S + C} = \frac{(697,4 - 4,5)}{35,8 + 4,5} = 17,19 \approx 17\ buah$$

### Analisis Kapasitas Apron

Setelah dilakukan perhitungan dan mengetahui jumlah *parking stan*, selanjutnya untuk mengetahui kapasitas *apron* yang ada dapat menggunakan persamaan dibawah dengan *minimum interval* yang digunakan adalah GOT + PT + BT = 45 + 5 + 10 = 60menit untuk pesawat Boeing 737-900.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Apron} &= \frac{(\text{Parking stand})}{(\text{Minimum interval}/60)} \\ &= \frac{16}{(60/60)} = 16 \text{ pesawat/jam} \end{aligned}$$

### Pergerakan Pesawat Pada Jam Puncak

Pergerakan pesawat pada jam puncak dapat diartikan sebagai kondisi dimana terjadi pergerakan pesawat maksimum dalam selang waktu satu jam. Untuk mengetahui kondisi pada saat jam puncak, maka dicari terlebih dahulu rasio jam puncak. Dalam sub bab ini, metode yang digunakan untuk mengetahui jam puncak adalah Metode Pignataro. Rasio jam puncak dihitung dengan mengacu pada kondisi pergerakan pesawat eksisting pada tahun 2018.

### Rasio bulan puncak

Mencari nilai perbandingan antara jumlah pergerakan pada bulan maksimum dengan jumlah total pergerakan selama 1 tahun pada tahun yang ditinjau.

Tabel 3. Pergerakan Pesawat Tahun 2018

Bulan	DTG	BKT	Total
Januari	1142	1143	2,285
Februari	1055	1057	2,112
<b>Maret</b>	<b>1173</b>	<b>1175</b>	<b>2,348</b>
April	1161	1163	2,324
Mei	1,020	1,019	2,039
Juni	1050	1050	2,100
Juli	1122	1120	2,242
Agustus	1131	1122	2,253
September	1104	1104	2,208
Okttober	1,127	1,123	2,250
November	936	938	1,874
Desember	941	938	1,879
<b>Total</b>	<b>12,962</b>	<b>12,952</b>	<b>25,914</b>

Sumber: Angkasa Pura I Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado

### Kedatangan

$$Rmonth = \frac{Nmonth}{Nyear} = \frac{1173}{25914} = 0,0905$$

### Keberangkatan

Dari data yang ada diambil pergerakan pesawat keberangkatan terbesar pada tahun 2018 yaitu pada bulan maret (Nmonth) dengan

pergerakan sebesar 1175 pergerakan . Total pergerakan pesawat pada tahun 2018 (Nyear) yaitu 25914 pergerakan.

$$Rmonth = \frac{Nmonth}{Nyear} = \frac{1175}{25914} = 0,0907$$

### Rasio Hari Puncak

Sama seperti mencari rasio bulan puncak hanya input data yang berbeda yaitu dengan mencari nilai perbandingan antara jumlah pergerakan harian maksimum dengan jumlah total pergerakan selama 1 bulan pada bulan yang ditinjau dalam hal ini yaitu bulan Maret

Tabel 4. Pergerakan Pesawat Bulan Maret Tahun 2018

Tgl.	DTG	BKT	Total	Tgl.	DTG	BKT	Total
1	36	36	72	17	40	38	78
2	37	38	75	18	38	38	76
3	38	37	75	19	37	37	74
4	38	38	76	20	38	37	75
5	37	37	74	21	38	39	77
6	36	37	73	22	27	33	60
7	40	39	79	23	47	43	90
8	37	37	74	24	39	38	77
9	40	41	81	25	36	38	74
10	39	38	77	26	36	37	73
11	39	40	79	27	41	39	80
12	36	37	73	28	38	38	76
13	39	38	77	29	38	39	77
14	38	38	76	30	40	40	80
15	39	38	77	31	34	33	67
16	37	39	76	<b>Total</b>	<b>1173</b>	<b>1175</b>	<b>2348</b>

Sumber: Angkasa Pura I Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado

### Kedatangan

Dari data yang ada diambil pergerakan pesawat kedatangan terbesar pada bulan maret yaitu pada tanggal 23 (Nday) dengan pergerakan sebesar 47 pergerakan. Total pergerakan pesawat pada bulan maret (Nmonth) yaitu 2348 pergerakan.

$$Rday = \frac{Nday}{Nmonth} = \frac{47}{2348} = 0,0401$$

### Keberangkatan

Dari data yang ada diambil pergerakan pesawat keberangkatan terbesar pada bulan maret yaitu pada tanggal 23 (Nday) dengan pergerakan sebesar 43 pergerakan. Total pergerakan pesawat pada bulan maret (Nmonth) yaitu 2348 pergerakan.

$$Rday = \frac{Nday}{Nmonth} = \frac{43}{2348} = 0,0366$$

### Rasio jam puncak

Rasio jam puncak didapat dengan mencari nilai perbandingan antara jumlah pergerakan pada jam maksimum (Nhour) dengan total pergerakan pada hari/tanggal yang ditinjau dalam hal ini tanggal 23.

Tabel 5. Pergerakan Pesawat Tanggal 23 Maret Tahun 2018

No	Periode	DTG	BKT	TOTAL
1	00 . 01 - 01 . 00	1	2	3
2	01 . 01 - 02 . 00	3	0	3
3	02 . 01 - 03 . 00	2	1	3
4	03 . 01 - 04 . 00	0	0	0
5	04 . 01 - 05 . 00	1	0	1
6	05 . 01 - 06 . 00	1	1	2
7	06 . 01 - 07 . 00	3	5	8
8	07 . 01 - 08 . 00	0	5	5
9	08 . 01 - 09 . 00	3	3	6
10	09 . 01 - 10 . 00	3	3	6
11	10 . 01 - 11 . 00	4	3	7
12	11 . 01 - 12 . 00	2	3	5
13	12 . 01 - 13 . 00	1	3	4
14	13 . 01 - 14 . 00	1	0	1
15	14 . 01 - 15 . 00	4	0	4
16	15 . 01 - 16 . 00	4	2	6
17	16 . 01 - 17 . 00	1	6	7
18	17 . 01 - 18 . 00	2	0	2
19	18 . 01 - 19 . 00	5	3	8
20	19 . 01 - 20 . 00	2	3	5
21	20 . 01 - 21 . 00	0	0	0
22	21 . 01 - 22 . 00	1	0	1
23	22 . 01 - 23 . 00	2	0	2
24	23 . 01 - 24 . 00	1	0	1
<b>Total</b>		<b>47</b>	<b>43</b>	<b>90</b>
Avarage/hour		2	2	
Peak hour		5	6	

Sumber: Angkasa Pura I Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado

### Kedatangan

Dari data yang ada diambil pergerakan pesawat kedatangan terbesar pada pada tanggal 23 yaitu pada jam 18.01 – 19.00 (Nhour) dengan pergerakan sebesar 5 pergerakan. Total pergerakan pesawat pada tanggal 23 (Nday) yaitu 90 pergerakan.

$$Rhour = \frac{Nhour}{Nday} = \frac{5}{90} = 0,1064$$

### Keberangkatan

Dari data yang ada diambil pergerakan pesawat keberangkatan terbesar pada pada tanggal 23 yaitu pada jam 16.01 – 17.00 (Nhour) dengan pergerakan sebesar 6 pergerakan. Total pergerakan pesawat pada tanggal 23 (Nday) yaitu 90 pergerakan.

$$Rhour = \frac{Nhour}{Nday} = \frac{6}{90} = 0,1395$$

Tabel 6. Pola Rasio dan Pergerakan Jam Puncak Tahun 2018

	DTG	BKT
Rmonth	0.0905	0.0907
Rday	0.0401	0.0366
Rhour	0.1064	0.1395
Pergerakan jam puncak	5	6

Sumber: Angkasa Pura I Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado

### Peramalan Pergerakan Pesawat (*Forecasting*)

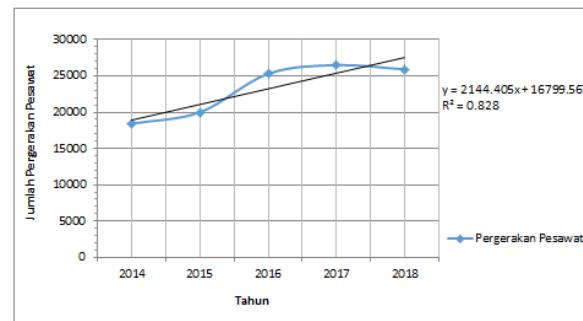
Tabel 7. Pergerakan Pesawat dari tahun 2014 - 2018

No	Tahun	Domestik			Internasional			Total	Trend (%)
		DTG	BKT	subtotal	DTG	BKT	subtotal		
1	2014	8962	8923	17885	281	270	551	18436	0
2	2015	9752	9715	19467	271	270	541	20008	8.52639
3	2016	12236	12204	24440	436	434	870	25310	26.5011
4	2017	12556	12537	25093	702	701	1403	26496	4.68459
5	2018	12077	12067	24144	885	885	1770	25914	-2.1961

Sumber: Angkasa Pura I Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado

Mengacu pada pernyataan FAA dalam *Forecasting Aviation Activity by Airport* (2001) hal 11 menjelaskan bahwa dalam perencanaan dan peramalan pergerakan penerbangan tipe regresi yang digunakan adalah dalam bentuk Linear.

Data pada tabel kemudian diplot dengan menggunakan program bantu *Microsoft Excel* 2010 untuk dilakukan forecasting



Gambar 3. Diagram *Forecast* Pergerakan Pesawat

Tabel 8. Peramalan Pergerakan Pesawat

Tahun	Pergerakan Pesawat
2019	29666
2020	31810
2021	33955
2022	36099
2023	38244
2024	40388
2025	42532
2026	44677
2027	46821
2028	48966

## Pergerakan Pesawat Pada Jam Puncak di Tahun Rencana

$$Npeak = Nyear \times Rmonth \times Rday \times Rhour$$

dengan,

$Npeak$  = Jumlah pergerakan pesawat pada jam puncak

$Nyear$  = Jumlah pergerakan pesawat pada tahun rencana

$Rmonth$  = Rasio bulan puncak

$Rday$  = Rasio hari puncak

$Rhour$  = Rasio jam puncak

Tabel 9. Pergerakan Pesawat Jam Puncak Tahun Rencana

Tahun Rencana	Total Pergerakan	DTG/BKT	Rmonth	Rday	Rhour	Pergerakan Pesawat Jam Puncak
2023	38244	DTG	0.0905	0.04007	0.10638	15
		BKT	0.09072	0.0366	0.13953	18
2028	48966	DTG	0.0905	0.04007	0.10638	19
		BKT	0.09072	0.0366	0.13953	23

## Perbandingan Volume Pergerakan Dengan Kapasitas Apron

Tabel 10. Perbandingan Kapasitas Apron dan Pergerakan Pesawat Pada Jam Puncak

Tahun	Kapasitas Apron	Pergerakan Pesawat Pada Jam Puncak
2018	16	5
		6
2023	16	15
		18
2028	16	19
		23

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa kapasitas *apron* Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado pada tahun rencana 2023 sudah tidak dapat lagi menampung volume pesawat yang ada.

### Kebutuhan Parking Stand

Analisis ini dilakukan pada tahun rencana yaitu 2023 dan 2028 dengan menggunakan persamaan menurut ICAO (1987), dan memperhatikan beberapa asumsi yaitu :

1. Pesawat yang digunakan dalam analisis adalah pesawat tipe C
2. *Gate Occupancy Time* yang digunakan adalah 45 menit

$$S = \sum (Ti / 60) \times Ni] + \alpha$$

dengan,

$S$  = kebutuhan parkir pesawat (*parking stands*)

$Ti$  = *gate occupancy time* dalam menit untuk tipe

pesawat i

$Ni$  = jumlah pergerakan pesawat pada jam puncak, (Pergerakan –Kapasitas)

$\alpha$  = jumlah pesawat tambahan (ekstra)

Besarnya  $\alpha$  :

$\alpha = 1$  apabila  $N = 1-9$

$\alpha = 2$  apabila  $N = 10-18$

$\alpha = 3$  apabila  $N = 19-27$

- Tahun 2023

$$\begin{aligned} S &= \sum (Ti / 60) \times Ni] + \alpha \\ &= (45 / 60) \times (18 - 16) + 1 \\ &= 3 \text{ Parking stands} \end{aligned}$$

- Tahun 2028

$$\begin{aligned} S &= \sum (Ti / 60) \times Ni] + \alpha \\ &= (45 / 60) \times (23 - 16) + 1 \\ &= 7 \text{ Parking stands.} \end{aligned}$$

### Optimalisasi

Jika pergerakan pesawat pada jam puncak suatu bandar udara sudah melebihi kapasitas *apron* yang ada, maka langkah selanjutnya yang harus dilakukan ialah optimalisasi *apron*. Dari hasil analisis, pada 5 tahun rencana yaitu tahun 2023 langkah optimalisasi *apron* bandar udara sudah perlu dilakukan.

Langkah optimalisasi yang bisa dilakukan guna meningkatkan kapasitas *apron* baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang yaitu perluasan *apron*. Perluasan *apron* merupakan langkah optimalisasi yang dilakukan untuk mengantisipasi jumlah pergerakan pesawat untuk skala jangka panjang.

Menurut Peraturan Direktur Jendral Perhubungan (2005), dalam menentukan panjang dan lebar *apron* untuk sistem frontal pada parkir pesawat, dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Panjang apron} \\ &= (K \times S) + ((K + 1) \times C) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar apron} \\ &= L + A + W, \text{ untuk 1 taxi lane} \end{aligned}$$

dimana :

$K$  = Jumlah parking stand

$S$  = Wingspan pesawat (m)

$C$  = Jarak pesawat ke pesawat dan pesawat ke terminal (m)

$L$  = Panjang pesawat (m)

$A$  = Jarak pesawat yang parkir dan pesawat yang akan tinggal landas (m)

$W$  = Lebar taxi lane (160ft untuk pesawat kecil dan 290ft untuk pesawat berbadan lebar)

Perhitungan dilakukan dengan memperhatikan beberapa data berikut:

1. Jumlah parking stand yang dibutuhkan yaitu 7 parking stands (tahun 2028)
2. Pesawat rancana Boeing 737-900 yang termasuk jenis pesawat narrow body dengan wingspan 35,8 meter, panjang 42,1 meter dan memiliki code letter C menurut ICAO.
3. Nilai C dan A yang digunakan masing-masing 4,5 meter

Diperoleh ukuran panjang dan lebar apron adalah

$$\text{Panjang apron} = (K \times S) + ((K + 1) \times C)$$

$$= (7 \times 35,8) + ((7+1) \times$$

$$= 286,6 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned}\text{Lebar apron} &= L + A + W, \text{ untuk 1 } taxi \text{ lane} \\ &= 42,1 + 4,5 + 88,4 \\ &= 135 \text{ meter}\end{aligned}$$

Dari hasil analisis diperoleh panjang dan lebar apron yang dibutuhkan yaitu 286,6 meter dan 135 meter. Untuk memberikan angka aman dengan mempertimbangkan pesawat untuk bermanuver maka panjang dan lebar apron yang digunakan yaitu 295 meter dan 145 meter.

## PENUTUP

### Kesimpulan

1. Kapasitas *apron* Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado sesuai dengan analisis adalah 17 *parking stands*, namun dilapangan jumlah *parking stand* adalah 16 *parking stands* hal ini dikarenakan terdapat 3 *parking stands* yang menggunakan konfigurasi *Angled Nose-In* sedangkan analisis dilakukan dengan menggunakan konfigurasi *Nose-In*.
2. Pergerakan pesawat pada jam puncak yang terjadi pada kondisi eksisting (2018) yaitu sebanyak 5 pergerakan untuk datang dan 6 pergerakan untuk berangkat, pada tahun rencana 5 tahun (2023) sebanyak 15

pergerakan untuk datang dan 18 pergerakan untuk berangkat, sedangkan pada tahun rencana 5 tahun (2028), pergerakan pesawat pada jam puncak yang terjadi yaitu sebanyak 19 pergerakan untuk datang dan 19 pergerakan untuk berangkat. Pergerakan pada tahun rencana sudah melebihi kapasitas *apron* yang ada.

3. Jumlah *parking stand* yang dibutuhkan pada tahun rencana 5 tahun (2023) adalah dari 16 *parking stands* yang ada ditambah 3 *parking stands* dan untuk tahun rencana 10 tahun (2028) dari 16 *parking stands* yang ada ditambah 7 *parking stands*.
4. Hasil analisis menunjukkan bahwa untuk 5 dan 10 tahun kedepan kapasitas *apron* bandar udara sudah melebihi kapasitas yang ada untuk itu perlu dilakukan langkah optimalisasi, langkah optimalisasi yang bisa dilakukan adalah perluasan *apron*. Perlu ditambahkan 295 meter untuk panjang *apron* dan 145 meter untuk lebar dari kondisi eksisting *apron* panjang 697,4 meter dan lebar 143,6 meter.

### Saran

1. Sebaiknya mengubah konfigurasi parkir untuk *Angled Nose-In* menjadi *Nose-In* agar supaya bisa menambah jumlah *parking stand*.
2. Untuk memperoleh nilai minimum interval yang sesungguhnya, sebaiknya perlu dilakukan pengamatan langsung dilapangan *Gate Occupancy Time* yaitu seperti saat menaik-turunkan punumpang dan barang, melakukan pengisian bahan bakar serta melakukan perawatan-perawatan pada pesawat. Begitu juga positioning time dan buffer time yang dibutuhkan oleh pesawat untuk parkir.

## DAFTAR PUSTAKA

Dirjen Perhubungan Udara, 2005. *Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP/77/VI/2005*. Departemen Perhubungan RI, Jakarta

Federal Aviation Administration (FAA), 2001. *Forecasting Aviation Activity by Airport*. FAA, Washington D.C.

International Civil Aviation Organization (ICAO). 1987. *Annex 14-Aerodromes- International Standards & Recommended Practices. 3<sup>rd</sup> Edition*.

International Civil Aviation Organization (ICAO). 2005. *Aerodrome Design Manual. 4<sup>th</sup> Edition*.

Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 69 Tahun 2013 Tentang Tataan Kebandarudaraan Nasional.