

**ANALISIS KAPASITAS *RUNWAY* DI BANDAR UDARA  
INTERNASIONAL ADI SOEMARMO TERHADAP  
PEMBERANGKATAN HAJI DAERAH JAWA TENGAH**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata 1  
pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik**

Oleh:

**INTAN SEPTIA QUROTUL AINI**

**D 100130138**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2018**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS KAPASITAS *RUNWAY* DI BANDAR UDARA  
INTERNASIONAL ADI SOEMARMO TERHADAP  
PEMBERANGKATAN HAJI DAERAH JAWA TENGAH**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh:

**INTAN SEPTIA QUROTUL AINI**

**D100130138**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen pembimbing



**Ika Setivaningsih, S.T., M.T.**

**NIK.923**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS KAPASITAS *RUNWAY* DI BANDAR UDARA  
INTERNASIONAL ADI SOEMARMO TERHADAP  
PEMBERANGKATAN HAJI DAERAH JAWA TENGAH**

**OLEH:**

**INTAN SEPTIA QUROTUL AINI**

**D100130138**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Fakultas teknik  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**Pada hari *Rabu, 31 Januari*.....2018**

**Dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan penguji:**

**1. Ika Setyaningsih, S.T., M.T.**

**(Pembimbing I)**

(.....)

**2. Ir. Suwardi, M.T.**

**(Penguji I)**

(.....)

**3. Ir. Zilhardi Idris, M.T.**

**(Penguji II)**

(.....)

**Dekan,**



**Ir. Sri Sunarjono, MT., PhD.**

**NIK: 682**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau ditentukan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apa bila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 15 Februari.....2018

Penulis



**Intan Septia Qurotul Aini**

**D100130138**

**ANALISIS KAPASITAS RUNWAY DI BANDAR  
UDARAINTERNASIONAL ADI SOEMARMO TERHADAP  
PEMBERANGKATAN HAJI DAERAH JAWA TENGAH**

**Abstrak**

Bandar Udara Internasional Adi Soemarmo merupakan salah satu Bandar Udara Internasional yang ada di Provinsi Jawa Tengah. Selain melayani penerbangan domestik dan internasional Bandar Udara Internasional Adi Soemarmo juga sebagai Bandar udara pemberangkatan dan pemulangan Haji/embarkasi dan debrakasi haji wilayah Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Selama ini hanya tersedia satu runway yang digunakan untuk kedatangan dan keberangkatan baik domestik dan internasional, pada kondisi ini pula penggunaan runway akan bertambah pada pemberangkatan haji. Tugas akhir ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kapasitas *runway* pesawat dalam pemberangkatan haji di Bandar Udara Internasional Adi Soemarmo dibandingkan hari biasa tanpa adanya pemberangkatan haji. Data yang digunakan berupa data primer seperti waktu penggunaan runway, serta data sekunder berupa jadwal keberangkatan domestik, internasional dan haji, jumlah pemakaian runway dalam satu jam, satu hari dan satu tahun. Dengan pengolahan data mengasumsikan perhitungan dengan cara melayani kedatangan saja lalu ditambahkan keadaan kesalahan posisi, keberangkatan saja, dan campuran. Berdasarkan hasil penelitian untuk kapasitas ruang udara menggunakan pendekatan ruang/waktu pada saat hari biasa/reguler maka *runway* mampu melayani 18 operasi/jam. Sedangkan dengan menggunakan rumus yang sama pada saat khusus yaitu pemberangkatan haji maka runway mampu melayani 19 operasi/jam dengan tipe pesawat Airbus 330, Airbus 320, Boeing 737 dan ATR 72. Dari kondisi tersebut maka runway masih mampu melayani pergerakan dan dapat dimaksimalkan.

**Kata kunci:** *Kapasitas runway, haji, Adi Soemarmo*

**Abstract**

Adi Soemarmo Airport is one of the international airport in Central Java Province. Beside serving domestic and international flight, Adi Soemarmo Airport is also serving departure and arrival of hajj for Central Java and Yogyakarta Province in this time. Adi Soemarmo Airport jusat have one runway which used for departure and arrival and it frequency become increace when hajj time. The purpose of this research is to analyzed the capacity of runway for normal condition (domestic and international) and mix condition (domestic, international and hajj). Data used in this research divided in primary data and secondary data for analizing the capacity of runway, there are four assumption runway capacity : runway with served arrival only, error position assumption, runway with served departure only, and mixed (arrival,departure and error). This research results for air space capacity that runway capacity in off peak day can served 18 operaion/hour, in other side in hajj time the capacity become 19

operation/hour. It can be concluded that in this time runway can served all operation and can be more good in the future.

**Keywords:** Runway Capacity, hajj, Adi Soemarmo

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bandar Udara Internasional Adi Soemarmo dengan katagori Bandar udara kelas “B” merupakan bandar udara yang berada Kabupaten Boyolali yang dikelola oleh Perusahaan Umum Angkasa Pura I yang pada tanggal 1 Januari 1993 berubah status menjadi Persero Terbatas Angkasa Pura I , Bandar udara ini sebelum 1 Januari 1993 bernama Pangkalan Udara (Lanud) Panasan, yang dibangun pertama kali pada tahun 1940 oleh Pemerintah Belanda sebagai lapangan terbang darurat.

Dari tahun ke tahun permintaan terhadap transportasi udara mengalami peningkatan, maka dari itu Bandar Udara Internasional Adi Sumarmo harus membenahi infrastuktur, agar dapat melayani permintaan yang ada, salah satunya adalah kelancaran lalu lintas yang sangat dipengaruhi oleh *runway* sebagai tempat mendarat sekaligus lepas landas pesawat. Dengan panjang landasan *runway*, yaitu 2600 meter.

Bandar udara Adi Soemarmo sebagai salah satu Bandar udara Angkasa Pura I yang melayani pemberangkatan dan pemulangan Haji. Pada tahun 2016 melayani keberangkatan calon jamaah haji berjumlah 26.561 orang. Keberangkatan Jemaah haji ini dibagi menjadi 74 kelompok terbang dari wilayah Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Bandar udara ini juga berfungsi sebagai pangkalan TNI AU. Berikut adalah tabel jumlah pesawat dari tahun 2011 sampai 2015

Tabel 1. Jumlah pergerakan pesawat pertahun dari tahun 2011-2015

| No | Tahun | Datang | Berangkat |
|----|-------|--------|-----------|
| 1  | 2011  | 6850   | 6852      |
| 2  | 2012  | 5752   | 5760      |
| 3  | 2013  | 6079   | 6068      |
| 4  | 2014  | 5490   | 5483      |
| 5  | 2015  | 3340   | 3354      |

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kapasitas *runway* pesawat dalam pemberangkatan haji di Bandar Udara Internasional Adi Soemarmo di bandingkan hari biasa tanpa adanya pemberangkatan haji. Hasil penelitian ini sangat diharapkan dapat bermanfaat dan dapat memberi saran saat proses pemberangkatan haji di Bandar Udara Internasional Adi Soemarmo dan dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

### **1.2 Rumusan Masalah**

- 1) Bagaimana kinerja *runway* Bandar Udara Internasional Adi Soemarmo saat hari biasa tanpa adanya pemberangkatan haji?
- 2) Bagaimana kinerja *runway* Bandar udara Internasional adi soemarmo saat pemberangkatan haji?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

- 1) Melakukan evaluasi terhadap kinerja *runway*, di Bandar udara Internasional Adi Soemarmo saat tidak ada pemberangkatan haji.
- 2) Melakukan evaluasi terhadap kinerja *runway* Bandar udara Internasional Adi Soemarmo saat ada pemberangkatan haji

### **1.4 Batasan Masalah**

- 1) Data primer didapat dari hasil pengamatan langsung di Bandar Udara Internasional Adi Soemarmo.
- 2) Data sekunder berupa data dari PT Angkasa Pura 1 Bandar Udara Internasional Adi Soemarmo
- 3) Kondisi yang akan ditinjau adalah pada pemberangkatan haji 2017, data yang digunakan 5 tahun sebelum
- 4) Teori yang digunakan yaitu teori ruang dan waktu

## **2. METODE PENELITIAN**

### **2.1 Lokasi Penelitian**

Lokasi umum : Bandar Udara Internasional Adi Soemarmo

Alamat : Jalan Bandar Udara Adi Soemarmo Surakarta 57108

### **2.2 Tahap Penelitian**

Tahap penelitian ini sebagai berikut:

2.2.1 Sebelum melakukan pengambilan data maka dilakukan suatu survai pendahuluan untuk merencanakan pengambilan data, berupa:

- 1) Mencari dan mendapatkan jadwal regular/hari biasa
- 2) Mencari dan mendapatkan jadwal kedatangan dan keberangkatan peserta haji 2017 wilayah Jawa Tengah serta jenis pesawat yang digunakan
- 3) Jumlah pergerakan pesawat yang mampu ditampung *runway* dalam satu jam dalam kondisi normal serta hal-hal yang berkaitan dengan kapasitas *runway*.

2.2.2 Perencanaan survai

Survai dilakukan dengan cara melihat secara langsung dan merekamnya. Berikut prosedur perencanaan survai:

- 1) Sebelum melakukan survai maka diadakan *briefing of survey team* terlebih dahulu yang berguna agar tidak terjadi kesalahan.
- 2) Melakukan survai berupa pengambilan waktu yang diperlukan bagi pesawat selama menggunakan runway, melihat waktu kedatangan dan keberangkatan rencana dengan waktu keberangkatan dan kedatangan aktual .
- 3) Kemudian perekapan data yang telah diambil.

2.2.3 Pengumpulan data

Pengumpulan data pada penelitian meliputi:

a. Data primer ini diperoleh dari hasil survai berupa data

- 1) Waktu yang diperlukan bagi pesawat selama menggunakan *runway*.
- 2) Waktu kedatangan dan keberangkatan rencana dengan waktu keberangkatan dan kedatangan aktual baik regular/ hari biasa dan haji.

b. Data sekunder diperoleh dari instansi yang terkait yaitu:

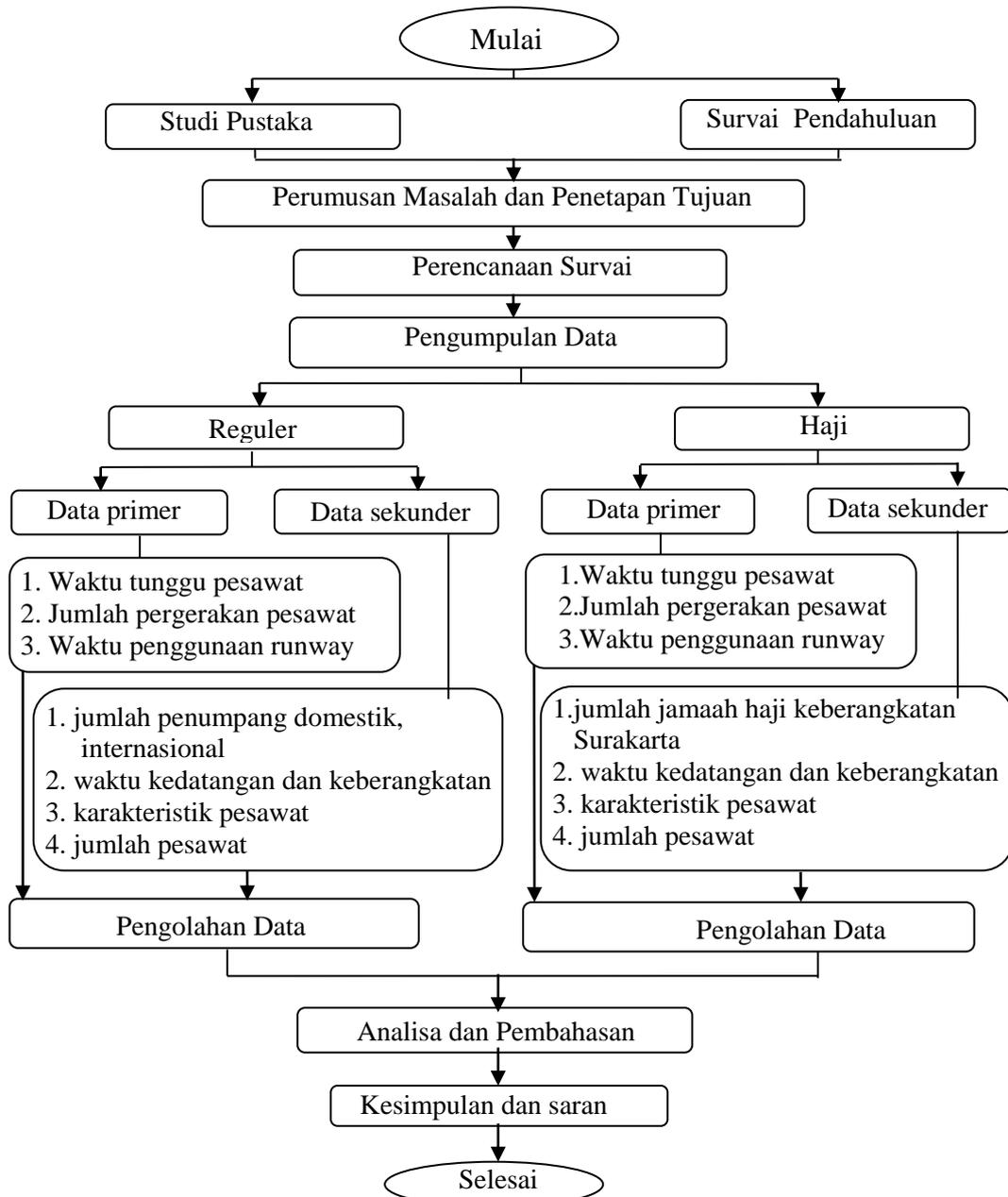
- 1) Jadwal penerbangan regular, jumlah pesawat (PT. Angkasa Pura 1)
- 2) Jadwal penerbangan haji wilayah Jawa Tengah( PT. Angkasa Pura 1, Departemen Agama wilayah Surakarta )
- 3) Jumlah pergerakan, penumpang domestik dan internasional tahun 2011-2015(direktorat jendral perhubungan udara,2016, PT. Angkasa Pura 1)

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode survai yang dilakukan secara langsung dan terbuka, dengan bantuan tim survey.

## 2.2.4 Pengolahan data

Data yang telah terkumpul baik dari survei maupun dari instansi terkait akan diolah menggunakan Microsoft excel. dengan menggunakan rumus  $C_m = \frac{1}{E(\Delta T_{ij})} + (\sum_{nd} p_{nd})$  atau dengan cara menghitung kapasitas yang berkelanjutan dari sudut pandang jarak-waktu,

Tahap-tahap pengerjaan tersebut digambarkan dalam diagram alir di bawah:



Gambar 1. Alur Rencana Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Eksisting Kapasitas Sisi Udara

Pada penelitian ini perhitungan kapasitas sisi udara berupa perhitungan kapasitas *runway* eksisting pada *runway* Bandar Udara Internasional Adi Soemarmo. Penelitian yang dilakukan pada tanggal 18 dan 28 agustus ini menghasilkan data berupa pergerakan dengan interval 1 jam dengan rata-rata 4 pergerakan tiap jam, pergerakan terbanyak terjadi pada pukul 07.00 sebanyak 6 pergerakan dan pukul 17.00-18.59 dengan 5 pergerakan sedangkan pergerakan terkecil terjadi pada pukul 08.00 dan 19.00 sebanyak 2 pergerakan.

#### 3.2. Kapasitas *Runway* Saat Keadaan Normal

##### 3.2.1 Kapasitas sistem untuk kedatangan saja

Dengan ditabulasikan dalam sebuah matriks bebas kesalahan  $[M_{ij}]$ , Kombinasi  $V_i$  dan  $V_j$  didapatkan dengan prosentase kombinasi  $[P_{ij}]$  yang terjadi dalam campuran.

Tabel 2. Matriks  $[M_{ij}]$  dan  $[P_{ij}]$

|           |     | Pesawat turun pertama |         |         |         |
|-----------|-----|-----------------------|---------|---------|---------|
|           |     | 135                   | 130     | 105     |         |
| Mengikuti | 135 | $[M_{ij}]$            | 80      | 80      | 80      |
|           |     | $[P_{ij}]$            | 0,0625  | 0,15    | 0,0375  |
|           | 130 | $[M_{ij}]$            | 85.128  | 80.077  | 80.077  |
|           |     | $[P_{ij}]$            | 0,15    | 0,36    | 0,09    |
|           | 105 | $[M_{ij}]$            | 118.095 | 116.044 | 102.857 |
|           |     | $[P_{ij}]$            | 0,0375  | 0,09    | 0,0225  |

Nilai perkiraan waktu antar kedatangan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$E(\Delta T_{ij}) = \sum [P_{ij}][M_{ij}] = 85.991$  detik untuk satu kali penerbangan, maka kapasitas

$$C = \frac{1}{E [T_{ij}]} (3600) = 41.865 \text{ operasi/jam}$$

Sehingga kapasitas *runway* pada kondisi kedatangan saja mampu melayani 42 operasi/jam dengan satu kali proses kedatangan pesawat menggunakan waktu sebanyak 86 detik

### 3.2.2 Keadaan kesalahan posisi

Matriks nilai sangah  $[B_{ij}]$  dan matriks  $[M_{ij}]+[B_{ij}]$  didapat sebagai berikut:

Tabel 3. Matriks  $[B_{ij}]$  dan  $[M_{ij}] + [B_{ij}]$

|           |     |                     | Pesawat turun pertama |         |         |
|-----------|-----|---------------------|-----------------------|---------|---------|
|           |     |                     | 135                   | 130     | 105     |
| Mengikuti | 135 | $[B_{ij}]$          | 25,6                  | 25,6    | 25,6    |
|           |     | $[M_{ij}]+[B_{ij}]$ | 105.6                 | 105.6   | 105.6   |
|           | 130 | $[B_{ij}]$          | 22,523                | 25,6    | 25,6    |
|           |     | $[M_{ij}]+[B_{ij}]$ | 107.651               | 105.677 | 105.677 |
|           | 105 | $[B_{ij}]$          | 2,742                 | 5,819   | 25,6    |
|           |     | $[M_{ij}]+[B_{ij}]$ | 120.837               | 121.863 | 128.457 |

Waktu kedatangan rata-rata adalah

$$E[T_{ij}] = \sum p_{ij} ([M_{ij}]+[B_{ij}]) = \sum p_{ij} T_{ij}$$

$E[T_{ij}] = 108.491$  detik untuk satu kali penerbangan, maka kapasitasnya

$$Ca = \frac{1}{E [T_{ij}]}(3600) = 33.182 \text{ operasi/jam}$$

Sehingga kapasitas *runway* pada kedatangan saja dengan penambahan keadaan kesalahan posisi dari 42 menjadi 33 operasi/jam dengan satu kali proses kedatangan pesawat menggunakan waktu dari 86 menjadi 108 detik

### 3.2.3 Keberangkatan saja

Matriks waktu antar keberangkatan disusun berdasarkan aturan separasi minimum antar keberangkatan dan menurut jadwal penerbangan urutan terjadinya kedatangan, sehingga didapat matriks  $[P_{ij}]$ . Sedangkan separasi antar kedatangan dapat dimodelkan dalam matriks  $[td]$ .

Tabel 4. Matriks  $[P_{ij}]$  dan  $[td]$

|                       |     |            | Mengikuti |       |       |
|-----------------------|-----|------------|-----------|-------|-------|
|                       |     |            | 135       | 130   | 105   |
| Pesawat turun pertama | 135 | $[P_{ij}]$ | 0.065     | 0.161 | 0.000 |
|                       |     | $[td]$     | 60        | 60    | 60    |
|                       | 130 | $[P_{ij}]$ | 0.161     | 0.387 | 0.097 |
|                       |     | $[td]$     | 60        | 60    | 60    |
|                       | 105 | $[P_{ij}]$ | 0.032     | 0.065 | 0.032 |
|                       |     | $[td]$     | 60        | 60    | 60    |

Dari matriks diatas dapat dihitung besar waktu pelayanan antar keberangkatan di ambang *runway*  $E[t_d]$  dan kapasitas runway  $C$ :

$$E[t_d] = \sum [P_{ij}][t_d] = 60 \text{ detik untuk satu kali penerbangan}$$

$$C = \frac{1}{E [T_{ij}]}(3600) = 60 \text{ operasi/jam}$$

Sehingga kapasitas *runway* pada kondisi keberangkatan saja mampu melayani 60 operasi/jam dengan satu kali proses kedatangan pesawat menggunakan waktu sebanyak 60 detik

### 3.2.4 Operasi campuran

Tabel 5. Nilai ROT untuk masing-masing pesawat

| Tipe   | ROT    | Jumlah | Total | Probabilitas |
|--------|--------|--------|-------|--------------|
| A320   | 82.857 | 7      | 31    | 0.226        |
| B737   | 86.857 | 21     | 31    | 0.677        |
| Atr 72 | 72.5   | 4      | 31    | 0.129        |

$$E[R_i] = 82.857(0.226)+86.857(0.677)+72.5(0.129)= 86.903 \text{ detik}$$

Waktu yang diharapkan pesawat yang datang untuk menempuh jarak 3 mil terakhir ke ambang landas pacu adalah

$$E \frac{\delta_d}{V_j} = 0.226( 3/135 )+0.677( 3/130 )+0.129( 3/105 )(3600)= 87.614 \text{ detik}$$

$$E(t_d) = 60 \text{ detik}$$

$$E(B_{ij}) = 25.6 \text{ detik}$$

Maka untuk menghitung kemungkinan suatu operasi keberangkatan dapat dilakukan antara dua operasi kedatangan.

$$E(T_{ij}) > E (R_i) + E [\delta_{ij}/V_j] + E (B_{ij}) +( n-1) E( T_d)$$

$$E(T_{ij}) > 200.1175 + 60 (n-1)$$

Kapasitas *runway* untuk kondisi campuran

$$C = \frac{1}{E [T_{ij}]} (3600) = 17.989 \text{ operasi/jam} = 18 \text{ operasi/jam}$$

Sehingga kapasitas *runway* pada kondisi campuran mampu melayani 18 operasi/jam dengan keberangkatan pertama pesawat menggunakan waktu sebanyak 200 detik

## 3.3 Analisis Kapasitas Runway Pada Saat Ada Keberangkatan Haji

### 3.3.1 Kapasitas sistem untuk kedatangan saja

Dengan ditabulasikan dalam sebuah matriks bebas kesalahan  $[M_{ij}]$ , Kombinasi  $V_i$  dan  $V_j$  didapatkan dengan prosentase kombinasi  $[P_{ij}]$  yang terjadi dalam campuran.

Tabel 6. Matriks  $[M_{ij}]$  dan  $[P_{ij}]$

|           |     | Pesawat turun pertama |        |         |         |         |
|-----------|-----|-----------------------|--------|---------|---------|---------|
|           |     | 140                   | 135    | 130     | 105     |         |
| Mengikuti | 140 | $[M_{ij}]$            | 77.143 | 77.143  | 77.143  | 77.143  |
|           |     | $[P_{ij}]$            | 0.0121 | 0.022   | 0.0638  | 0.0121  |
|           | 135 | $[M_{ij}]$            | 81.905 | 80      | 80      | 80      |
|           |     | $[P_{ij}]$            | 0.022  | 0.04    | 0.116   | 0.022   |
|           | 130 | $[M_{ij}]$            | 87.033 | 85.128  | 83.077  | 83.077  |
|           |     | $[P_{ij}]$            | 0.0638 | 0.116   | 0.3364  | 0.0638  |
|           | 105 | $[M_{ij}]$            | 120    | 118.095 | 116.044 | 102.857 |
|           |     | $[P_{ij}]$            | 0.0121 | 0.022   | 0.0638  | 0.0121  |

Nilai perkiraan waktu antar kedatangan

$E(\Delta T_{ij}) = \sum [P_{ij}][M_{ij}] = 85.9$  detik untuk satu kali penerbangan, maka kapasitasnya

$$C = \frac{1}{E [T_{ij}]}(3600) = 41.909 \text{ operasi/jam}$$

Sehingga kapasitas *runway* pada kondisi kedatangan saja mampu melayani 42 operasi/jam dengan satu kali proses kedatangan pesawat menggunakan waktu sebanyak 86 detik

### 3.3.2 Keadaan kesalahan posisi

Matriks nilai sanggah  $[B_{ij}]$  dan matriks  $[M_{ij}]+[B_{ij}]$  didapat sebagai berikut:

Tabel 7. Matriks  $[B_{ij}]$  dan  $[M_{ij}]+[B_{ij}]$

|           |     | Pesawat turun pertama |         |         |         |         |
|-----------|-----|-----------------------|---------|---------|---------|---------|
|           |     | 140                   | 135     | 130     | 105     |         |
| Mengikuti | 140 | $[B_{ij}]$            | 25.6    | 25.6    | 25.6    | 25.6    |
|           |     | $[M_{ij}]+[B_{ij}]$   | 102.743 | 102.743 | 102.743 | 102.743 |
|           | 135 | $[B_{ij}]$            | 22.743  | 25.6    | 25.6    | 25.6    |
|           |     | $[M_{ij}]+[B_{ij}]$   | 104.648 | 105.6   | 105.6   | 105.6   |
|           | 130 | $[B_{ij}]$            | 19.666  | 22.523  | 25.6    | 25.6    |
|           |     | $[M_{ij}]+[B_{ij}]$   | 106.699 | 107.651 | 108.677 | 108.677 |
|           | 105 | $[B_{ij}]$            | -0.114  | 2.743   | 5.82    | 25.6    |
|           |     | $[M_{ij}]+[B_{ij}]$   | 119.886 | 120.838 | 121.864 | 128.457 |

Waktu kedatangan rata-rata adalah

$$E[T_{ij}] = \sum p_{ij} ([M_{ij}] + [B_{ij}]) = \sum p_{ij} T_{ij} = 108.63 \text{ detik untuk satu kali pemberangkatan}$$

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]} (3600) = 33.141 \text{ operasi/jam}$$

Sehingga kapasitas *runway* pada kedatangan saja dengan penambahan keadaan kesalahan posisi dari 42 menjadi 33 operasi/jam dengan satu kali proses kedatangan pesawat menggunakan waktu dari 86 menjadi 108 detik

### 3.3.3 Keberangkatan saja

Matriks waktu antar keberangkatan disusun berdasarkan aturan separasi minimum antar keberangkatan dan menurut jadwal penerbangan urutan terjadinya kedatangan, sehingga didapat matriks  $[P_{ij}]$ . Sedangkan separasi antar kedatangan dapat dimodelkan dalam matriks  $[td]$ .

Tabel 8. Matriks  $[P_{ij}]$  dan  $[td]$

|                             |     | Mengikuti  |          |          |          |          |
|-----------------------------|-----|------------|----------|----------|----------|----------|
|                             |     | 140        | 135      | 130      | 105      |          |
| Pesawat<br>turun<br>pertama | 140 | $[P_{ij}]$ | 0.057143 | 0.114286 | 0.028571 | 0        |
|                             |     | $[td]$     | 60       | 60       | 60       | 60       |
|                             | 135 | $[P_{ij}]$ | 0.114286 | 0.314286 | 0.057143 | 0.085714 |
|                             |     | $[td]$     | 60       | 60       | 60       | 60       |
|                             | 130 | $[P_{ij}]$ | 0.028571 | 0.085714 | 0        | 0        |
|                             |     | $[td]$     | 120      | 120      | 60       | 120      |
|                             | 105 | $[P_{ij}]$ | 0.028571 | 0.057143 | 0        | 0.028571 |
|                             |     | $[td]$     | 60       | 60       | 60       | 60       |

Dari matriks diatas dapat dihitung besar waktu pelayanan antar keberangkatan di ambang *runway*  $E[td]$ , dan kapasitas *runway*  $C$ .

$$E[td] = \sum [P_{ij}] [td] = 66.857 \text{ detik untuk satu kali penerbangan}$$

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]} (3600) = 53.846 \text{ operasi/jam}$$

Sehingga kapasitas *runway* pada kondisi keberangkatan saja mampu melayani 54 operasi/jam dengan satu kali proses kedatangan pesawat menggunakan waktu sebanyak 67 detik

### 3.3.4 Operasi campuran

Tabel 9. Nilai ROT untuk masing-masing pesawat

| Type   | ROT      | Jumlah | Total | Probabilitas |
|--------|----------|--------|-------|--------------|
| A320   | 82.85714 | 7      | 36    | 0.194        |
| B737   | 86.85714 | 21     | 36    | 0.583        |
| A 330  | 74.8     | 4      | 36    | 0.111        |
| ATR 72 | 72.5     | 4      | 36    | 0.111        |

$$E[R_i] = 82.857(0.194)+86.857(0.538)+74.8(0.111)+72.5(0.111)= 86.144 \text{ detik}$$

Waktu yang diharapkan pesawat yang datang untuk menempuh jarak 3 mil terakhir ke ambang landas pacu adalah

$$E \frac{\delta_d}{V_j} = 0.111(3/140)+0.194(3/135)+0.583(3/130)+0.111(3/105)(3600)$$

$$= 84.017 \text{ detik}$$

$$E(t_d) = 66.857 \text{ detik}$$

$$E(B_{ij}) = 25.6 \text{ detik}$$

Maka kemungkinan suatu operasi keberangkatan dapat dilakukan antara dua operasi kedatangan

$$E(T_{ij}) > E(R_i) + E[\delta_{ij}/V_j] + E(B_{ij}) + (n-1)E(T_d)$$

$$E(T_{ij}) > 192.761 + 60(n-1),$$

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]}(3600) = 18.675 \text{ operasi/jam} = 19 \text{ operasi/jam}$$

Sehingga kapasitas *runway* pada kondisi campuran mampu melayani 19 operasi/jam dengan keberangkatan pertama pesawat menggunakan waktu sebanyak 193 detik

Tabel 10. Hasil analisis kapasitas *runway*

| Kondisi            | Kapasitas Normal   | Kapasitas saat Haji |
|--------------------|--------------------|---------------------|
| kedatangan saja    | 41,865 operasi/jam | 41,909 operasi/jam  |
| kesalahan posisi   | 33,182 operasi/jam | 33,141 operasi/jam  |
| keberangkatan saja | 60 operasi/jam     | 53,846 operasi/jam  |
| operasi campuran   | 18 operasi/jam     | 19 operasi/jam      |

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

- 1) Pada kondisi kedatangan saja kapasitas runway mampu melayani 41.865 operasi/jam. Dengan menambahkan keadaan kesalahan posisi maka runway mampu melayani 33.182 operasi/jam. Pada kondisi keberangkatan saja kapasitas runway mampu melayani 60 operasi/jam. Terakhir adalah operasi campuran dimana dilakukan operasi keberangkatan diantara dua kedatangan maka runway mampu melayani 18 operasi/jam
- 2) Pada kondisi kedatangan saja kapasitas runway mampu melayani 41.909 operasi/jam. Dengan menambahkan keadaan kesalahan posisi maka runway mampu melayani 33.141 operasi/jam. Pada kondisi keberangkatan saja kapasitas runway mampu melayani 53.846 operasi/jam. Terakhir adalah operasi campuran dimana dilakukan operasi keberangkatan diantara dua kedatangan maka runway mampu melayani 19 operasi/jam

### 4.2 Saran

- 1) Seperti yang telah dihitung dengan menggunakan teori ruang/waktu runway mampu melayani 18-19 operasi/jam. Sedangkan pada keadaan di lapangan/sebenarnya runway melayani 12 operasi/jam baik pesawat penumpang maupun pesawat militer, maka masih dimungkinkan untuk dilakukan penambahan jadwal penerbangan.
- 2) Perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai korelasi ruang udara dan kapasitas pendukung penerbangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Angkasapura. (2016). *Adi Soemarmo Airport, PT. Angkasapura I.* [www.angkasapura1.co.id:http://adisumarmo-airport.com/](http://www.angkasapura1.co.id:http://adisumarmo-airport.com/). diakses pada tanggal 28 Maret 2017
- Ashford, N.J ., Mumayiz, S.A., Wright, P.H. (2011). *Airport Engineering Planning, Design, and Development of 21<sup>st</sup>- Century Airports.* John Wiley & Sons Inc.
- Azhi, Mujahidin. (2014). *Adrahi: Konsep Teori Antrian.* [www.paslun.blogspot.co/id](http://www.paslun.blogspot.co/id) diakses pada tanggal 28 Maret 2017

- Haronjeff, Robert., McKelvey, F.X. (1993). *Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara*. Edisi Ketiga. Diterjemahkan Oleh: Budiarto Susanto. Jakarta: Erlangga.
- Haronjeff, Robert., McKelvey, F.X., Sproule, William J., Young, S.B. (2010). *Planning & Design of Airport*. McGraw Hill Inc.
- Indah, I Gusti. (2009). “Studi Performansi *Layout Exit Taxiway* untuk Mendapatkan Kapasitas Optimum Landas Pacu Utara Bandar Udara Soekarno-Hatta”. Bandung: Teknik Penerbangan Institut Teknologi Bandung
- Indonesia ATFM Implementation*, ICAO, 2014.
- Kemhub, (2017). *Kementerian Perhubungan Republik Indonesia*. <http://www.dephub.go.id>. diakses pada tanggal 28 Maret 2017
- Odoni,A., Neufville, R. (2003). *Airport System: Planning Design, and Management*. McGraw Hill.Inc
- Ramadhan, F. (2017) “Studi *Air Traffick Management*: Studi Kasus Analisis Ruang Udara Di Bandar Udara Internasional Juanda”. Surabaya: Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Ratnakusuma, Anggit. Dkk. (2015). *Analisis Antrian Pesawat Terbang di Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang*. [www.eprints.undip.ac.id](http://www.eprints.undip.ac.id). Diakses pada tanggal 28 Maret 2017
- Udara, D. J. (2015). *Direktorat Jendral Perhubungan Udara*. <http://www.hubud.dephub.go.id/?id>. Diakses pada tanggal 28 Maret 2017.
- <http://www.flightradar24.com> diakses pada tanggal 18,28 Agustus 2017

