

ANALISIS KAPASITAS BANDARA HALIM PERDANAKUSUMA SEBAGAI BANDARA KOMERSIL

Arief Hadi Wibowo, Risky Duta Ramadhan, Bambang Riyanto^{*)}, Epf. Eko Yulipriyono^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Bandara Halim Perdanakusuma adalah salah satu bandara yang ada di Provinsi DKI Jakarta. Kepadatan yang terjadi di Bandara Soekarno-Hatta maka pada tanggal 10 Januari 2014 Bandara Halim Perdanakusuma resmi menjadi bandara komersil sekaligus bandara militer (markas komando operasi angkatan udara I koops TNI-AU I). Hal tersebut didasarkan atas kapasitas Bandara Soekarno-Hatta tidak mampu lagi menampung jumlah pergerakan pesawat yang datang dan pergi serta adanya penambahan runway untuk peningkatan kapasitas bandara. Oleh karena itu perlu adanya studi mengenai Bandara Halim Perdanakusuma dari segi air side untuk mengakomodir pergerakan pesawat militer dan komersil. Metodologi yang digunakan dalam penulisan mencakup pengambilan data dengan cara survey lapangan langsung mendapatkan data primer yaitu data lalu lintas udara dan data sekunder dari pihak pengelola bandara berupa data jadwal penerbangan, kondisi eksisting bandara yang diolah dengan pendekatan matematis. Perhitungan kapasitas menggunakan pendekatan model kedatangan, keberangkatan dan operasi campuran. Berdasarkan kondisi eksisting yang sekarang maka Bandara Halim Perdanakusuma mempunyai 1 buah runway sepanjang 3000 meter x 45 meter, 5 buah taxiway untuk komersil serta 3 buah taxiway untuk militer, 1 buah apron utama dengan luasan 88.787,5 m² mampu menampung 14 buah pesawat boeing 737-900 dan 3 buah pesawat kelas Cessna. Sesuai dengan perhitungan maka lalu lintas udara operasi campuran Halim adalah 15 operasi/jam, Halim membutuhkan 9 gate untuk dapat beroperasi maksimum sesuai dengan lalu lintas di atas, membutuhkan luasan apron 49.059,5 m², dengan kapasitas taxiway 70-90 ops/jam. Berdasarkan hasil di atas maka bandara Halim masih sangat layak untuk beroperasi maksimal dengan penyesuaian manajemen saja, karena semua elemen masih dalam toleransi dan masih memenuhi standar minimum di semua aspek.

kata kunci : *Kapasitas, Air Side, Kedatangan dan Keberangkatan, Operasi campuran, Bandara Halim Perdanakusuma*

ABSTRACT

Halim Perdanakusuma airport is one of military airport which placed in DKI Jakarta. Since Soekarno-Hatta airport has been crowded on January 10th 2014, Halim Perdanakusuma airport has become Commercial airport formally and military airport (The office of Indonesian airport) too. It is based on Soekarno-Hatta airport's capacity

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

that not able to accommodate airplane movement, increasing runway and developing airport's capacity. Therefore, needed an analysis of Halim Perdanakusuma ability in air side which is able to accommodate military airplane movement and commercial airplane based on existing. The methodology sequence that used to write this thesis is contain data collecting by field observation to getting primary data air traffic and secondary data from airport management in the form of flight schedule data, the existing condition of the airport that processed with a mathematical perspective. The calculating by modeling methods; arrival flight, take off and mixed operation. Based on current condition of existing, Halim Perdanakusuma airport has 1 runway which 3000 meters long 45 meters width, 5 taxiways for commercial and 3 for military, 1 main-apron on 88.787,5 m² areas which able to accommodate 14 airplanes type boeing 737-900 and 3-sized Cessna airplane. According to the calculation, Halim's air traffic in mixed operation was 15 ops/hour, Halim needed 9 gates to reach it's maximum operating according to those traffic, needed 49.059,5 m² areas of apron, with taxiway capacities 70-90 ops/hour. Based on those result, Halim Perdanakusuma airport is very maximum operating with just the management adjustments, because all its elements in tolerant and it can fulfill the minimum standards in all aspects.

keywords: *Capacity, Air Side, Arrivals and Departures, Mixed Operation, Halim Perdanakusuma Airport*

PENDAHULUAN

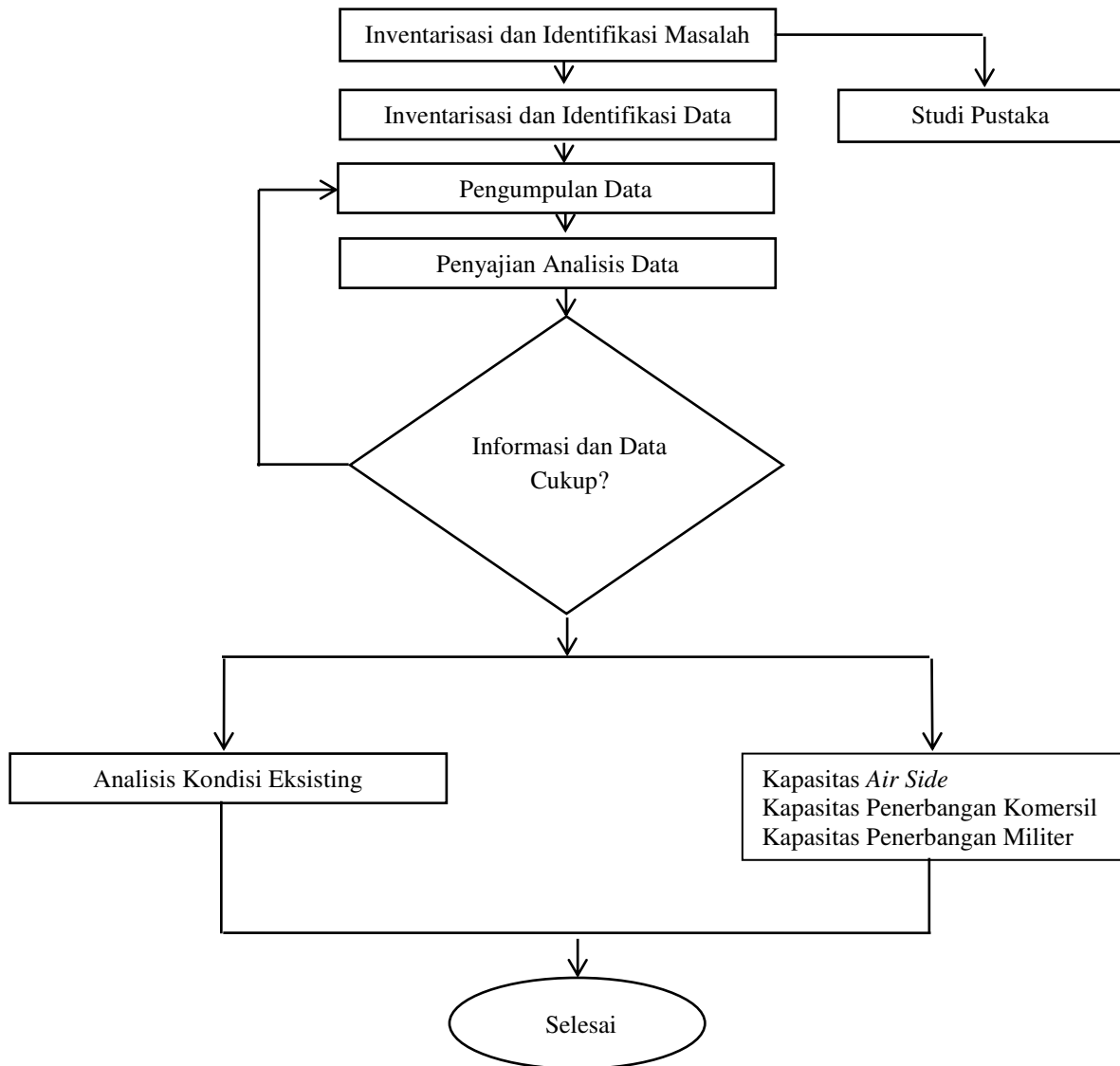
Dengan tidak mampunya Bandara Soekarno-Hatta untuk menampung semua pergerakan pesawat, maka pada tanggal 10 Januari 2014 Bandara Halim Perdanakusuma resmi dijadikan bandara komersil sekaligus bandara militer (markas komando operasi angkatan udara I koops TNI-AU I). Oleh karena itu perlu adanya studi mengenai Bandara Halim Perdanakusuma dari segi *air side* untuk mengakomodir pergerakan pesawat militer dan komersil.

Pokok permasalahan adalah besar kapasitas *air side* Bandara Halim Perdanakusuma saat ini dalam menampung luapan pergerakan pesawat dari Bandara Soekarno-Hatta.

Maksud dari penulisan tugas akhir ini adalah melakukan analisis kapasitas *air side* pada Bandara Halim Perdanakusuma sehingga prasarana *air side* Bandara Halim Perdanakusuma diharapkan mampu memberikan tingkat pelayanan yang optimal pada saat ini maupun dimasa mendatang. Adapun tujuan penulisan adalah melakukan analisis kapasitas *air side* pada Bandara Halim Perdanakusuma saat ini.

METODOLOGI

Kerangka pikir penelitian secara menyeluruh penyusunan laporan tugas akhir ini dapat digambarkan dalam suatu diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan alir prosedur pengerjaan tugas akhir

Pengolahan Data

Sebelum dapat menghitung kapasitas *air side* kita perlu mengolah data yang telah didapatkan dari survey pengamatan lapangan, adapun data pengamatan dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari data yang didapat pada Tabel 1 dikompilasi menjadi data bulanan dan didapatkan jumlah pergerakan pesawat pada jam sibuk yang ditampilkan pada Tabel 2.

Kemudian dilakukan pengklasifikasian pesawat terbang berdasarkan kecepatan mendarat sesuai dengan peraturan *Federal Aviation Association* (FAA) untuk mendapatkan prosentase campuran kedatangan dan keberangkatan serta kecepatan pendekat tiap kategori pesawat yang ditentukan dari jumlah pergerakan pesawat pada jam sibuk (Tabel 3).

Tabel 1. Data Waktu Pemakaian Landasan Pacu (*Runway*) Harian

Tanggal	Waktu	Jenis Pesawat	Jenis Operasi	Waktu Pemakaian <i>Runway</i>
01 Februari 2015	7:00:00	A320	<i>Landing</i>	0:00:56
	7:12:00	ATR-72	<i>Landing</i>	0:01:07
	7:14:00	G V	<i>Take Off</i>	0:03:33
	8:01:00	Cassa 212	<i>Landing</i>	0:01:19
	8:12:00	B732	<i>Take Off</i>	0:02:03
	8:30:00	A320	<i>Take Off</i>	0:03:04
	8:48:00	C270	<i>Take Off</i>	0:03:10
	9:25:00	A320	<i>Landing</i>	0:01:00
	10:20:00	C206	<i>Landing</i>	0:00:59
	10:40:00	A320	<i>Take Off</i>	0:03:35
	10:45:00	A320	<i>Landing</i>	0:00:36
	10:50:00	A320	<i>Landing</i>	0:00:52
	11:15:00	A320	<i>Take Off</i>	0:02:43
	11:24:00	C208	<i>Take Off</i>	0:02:43
	11:30:00	C680	<i>Landing</i>	0:00:53
	11:52:00	B732	<i>Landing</i>	0:03:41
	11:55:00	C208	<i>Landing</i>	0:01:16
	12:21:00	B732	<i>Take Off</i>	0:02:01
	12:42:00	G V	<i>Landing</i>	0:01:02
	13:55:00	A320	<i>Landing</i>	0:00:53

Tabel 2. Jumlah Pergerakan Pesawat pada Jam Sibuk
Periode Februari-Maret 2015

Jenis Pesawat	Jumlah Pergerakan Per Jam Sibuk
A320	5
ATR-42	0
ATR-72	1
B732	1
B738-800	0
CASSA 212	0
CL-60	1
C208	1
C680	1
FALCON	0
FOKKER	0
G IV	1
GV	2
HERCULES	0
B733	0
Jumlah	14

Tabel 3. Klasifikasi Pesawat Berdasarkan Kecepatan Mendarat

Kategori Pesawat	<i>Aircraft Approach Speed (Knot)</i>	Kecepatan Maksimum (<i>Circling Approach</i>)
A	< 91 KNOT	90 KNOT
B	91 - 120 KNOT	120 KNOT
C	121 - 140 KNOT	140 KNOT
D	141 - 165 KNOT	164 KNOT
E	> 166 KNOT	

Sumber : FAA, 2012

Tabel 4. Campuran Pesawat pada Jam Sibuk Periode Februari-Maret 2015

Jenis Pesawat	Jumlah Pergerakan Per Jam Sibuk	<i>Approach Speed (Knot)</i>	Waktu Pemakaian <i>Runway (Detik)</i>	Kategori Pesawat
A320	5	135	109	C
ATR-42	0	103	120	B
ATR-72	1	105	112	B
B732	1	129	147	C
B738-800	0	135	174	C
CASSA 212	0	110	107	B
CL-60	1	96	100	B
C208	1	104	104	B
C680	1	106	97	B
FALCON	0	206	81	E
FOKKER	0	145	113	D
G IV	1	128	134	C
GV	2	104	109	B
HERCULES	0	152	130	D
B733	0	135	158	C

Tabel 5. Kecepatan Pendekatan dan Kategori Pesawat

Kategori Pesawat	Kecepatan Pendekatan (<i>Approach Speed</i>) (Knot)
B	104
C	133
D	148
E	206

Tabel 6. Probabilitas Campuran Pesawat pada Jam Sibuk

Kategori Pesawat	Probabilitas Campuran Pesawat
B	44%
C	50%
D	5%
E	1%

ANALISIS KAPASITAS AIR SIDE

Kapasitas Runway

Dalam melakukan analisis digunakan metodologi pendekatan untuk perhitungan kapasitas yang tidak berkaitan dengan penundaan. Adapun model pendekatan yang dipakai antara lain:

- Model kedatangan saja dalam keadaan bebas kesalahan.
- Model kedatangan saja dalam keadaan kesalahan posisi.
- Model untuk keberangkatan saja.
- Model untuk operasi campuran.

Perhitungan Kapasitas Runway untuk Operasi Kedatangan Saja (Bebas Kesalahan)

- Keadaan merapat
Merupakan keadaan dimana kecepatan pesawat di depan (*leading*, V_i) lebih lambat dari pada pesawat yang di belakang (*trailing*, V_j). Persamaan yang digunakan adalah seperti terlihat pada Persamaan (1) berikut ini (Horonjeff R. dan MCKelvey F., 1988).

$$T_{ij} = T_j - T_i = \frac{\delta_{ij}}{V_j} \dots\dots\dots (1)$$

Contoh perhitungan :

Untuk pesawat kategori C di depan pesawat kategori D, maka

$\delta_{CD} = 3$ nmi, $V_C = 133$ knot dan $V_D = 148$ knot, didapat

$$T_{CD} = T_D - T_C = \frac{\delta_{CD}}{V_D}$$

$$T_{CD} = \frac{3}{148} (3600) = 72 \text{ detik}$$

- Keadaan merenggang
Merupakan keadaan dimana kecepatan pesawat di depan (*leading*, V_i) lebih cepat dari pada kecepatan pesawat yang ada di belakang (*trailing*, V_j). Persamaan yang digunakan adalah seperti terlihat pada Persamaan (2) berikut ini (Horonjeff R. dan MCKelvey F., 1988).

$$T_{ij} = T_j - T_i = \frac{\delta_{ij}}{V_i} + \gamma \left(\frac{1}{V_i} - \frac{1}{V_j} \right) \dots\dots\dots (2)$$

Contoh perhitungan :

Untuk pesawat kategori E di depan pesawat kategori D, maka

$\delta_{ED} = 3$ nmi, $\gamma = 8$ nmi, $V_E = 206$ knot dan $V_D = 148$ knot, didapat

$$T_{ED} = T_E - T_D = \frac{\delta_{ED}}{V_E} + \gamma \left(\frac{1}{V_D} - \frac{1}{V_E} \right)$$

$$T_{ED} = \frac{3}{206} + 8 \left(\frac{1}{148} - \frac{1}{206} \right) (3600)$$

$$T_{ED} = 107,2 \text{ detik}$$

Apabila hasil-hasilnya ditabulasi dalam sebuah matriks bebas kesalahan $[M_{ij}]$ maka akan dihasilkan pemisahan waktu minimum di ambang *runway* untuk semua keadaan pada Tabel 7.

Tabel 7. Matriks Bebas Kesalahan $[M_{ij}]$ Periode Februari-Maret Tahun 2015

		Leading (i)			
		B	C	D	E
Trailing (j)	B	104,00 detik	141,58 detik	155,30 detik	189,50 detik
	C	81,20 detik	81,20 detik	94,92 detik	129,20 detik
	D	72,00 detik	72,00 detik	72,00 detik	107,20 detik
	E	52,42 detik	52,42 detik	54,42 detik	52,54 detik

Sementara prosentase kombinasi $[P_{ij}]$ yang terjadi dalam campuran dapat dilihat pada matriks prosentase di bawah. Besarnya prosentase campuran tersebut diperoleh dari jadwal kedatangan pada Tabel 8.

Tabel 8. Matriks Bebas Kesalahan $[P_{ij}]$ Periode Februari-Maret Tahun 2015

		Leading (i)			
		B	C	D	E
Trailing (j)	B	18,50%	18,50%	1,55%	0,35%
	C	18,50%	18,20%	1,25%	0,22%
	D	8,44%	9,00%	0,68%	0,10%
	E	2,00%	1,75%	0,40%	0,03%

$$E[T_{ij}] = \sum [M_{ij}][P_{ij}] = \sum P_{ij}T_{ij}$$

$$E[T_{ij}] = 104,5*18,5\% + 81,2*18,5\% + 72*8,44\% + 52,42*2\% + 141,58*18,5\% + 81,2*18,2\% + 72*9\% + 52,42*1,75\% + 155,3*1,55\% + 94,92*1,25\% + 72*0,68\% + 52,42*0,4\% + 189,5*0,35\% + 129,2*0,22\% + 107,2*0,1\% + 52,42*0,03\%$$

$$E[T_{ij}] = 95,187 \text{ detik}$$

Dengan demikian kapasitas runway didapat dari Persamaan (3) berikut ini (Horonjeff R. dan MCKelvey. F., 1988).

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]} \dots\dots\dots (3)$$

$$C = \frac{1}{95,187} (3600) = 37,82 \text{ operasi/jam} \approx 38 \text{ operasi/jam}$$

Jadi kapasitas runway yang dapat melayani kedatangan keadaan bebas kesalahan adalah 38 operasi/jam.

Perhitungan Kapasitas Runway untuk Operasi Kedatangan Saja (Kesalahan Posisi)

- Keadaan merapat
 Pada keadaan ini besarnya penyanggah tidak tergantung pada kecepatan. Pada keadaan dimana kecepatan pesawat di depan (leading, V_i) lebih lambat daripada pesawat yang di belakang (trailing, V_j). Perhitungan untuk keadaan merapat ini menggunakan Persamaan (4) berikut ini (Horonjeff R. dan MCKelvey. F., 1988).

$$B_{ij} = \sigma_0 q_v \dots\dots\dots (4)$$

$$B_{ij} = \sigma_0 q_v$$

$$B_{ij} = B_{BC} = B_{BD} = B_{CD} = 20(1,28) = 25,6 \text{ detik}$$

- Keadaan merenggang
Keadaan di mana pesawat yang ada di depan (*leading*, V_i) lebih cepat dari yang di belakangnya (*trailing*, V_j), Perhitungan untuk keadaan merenggang menggunakan Persamaan (5) (Horonjeff R. dan MCKelvey. F., 1988).

$$B_{ij} = \sigma_0 q_v - \delta_{ij} \left(\frac{1}{V_j} - \frac{1}{V_i} \right) \dots\dots\dots (5)$$

Contoh Perhitungan :

Untuk pesawat kategori D di depan pesawat kategori C, maka

$$\delta_{DC} = 3 \text{ nmi}, V_D = 148 \text{ knot dan } V_C = 133 \text{ knot, didapat}$$

$$B_{DC} = \sigma_0 q_v - \delta_{DC} \left(\frac{1}{V_C} - \frac{1}{V_D} \right)$$

$$B_{DC} = 20(1,28) - 3 \left(\frac{1}{133} - \frac{1}{148} \right) (3600)$$

$$B_{DC} = 17,37 \text{ detik}$$

Nilai-nilai sanggah tersebut kemudian diringkaskan ke dalam sebuah matriks nilai sanggah $[B_{ij}]$ pada Tabel 9.

Tabel 9. Matriks Nilai Sanggah $[B_{ij}]$ Periode Februari-Maret Tahun 2015

		Leading (i)			
		B	C	D	E
Trailing (j)	B	25,60 detik	2,96 detik	-5,30 detik	-25,80 detik
	C	25,60 detik	25,60 detik	17,37 detik	-3,20 detik
	D	25,60 detik	25,60 detik	25,60 detik	5,05 detik
	E	25,60 detik	25,60 detik	25,60 detik	25,60 detik

Dengan menggabungkan matriks bebas kesalahan $[M_{ij}]$ dan matriks nilai sanggah $[B_{ij}]$, dihasilkan jarak waktu antar kedatangan sebenarnya di ambang *runway*, maka didapat matriks $[M_{ij}]+[B_{ij}]$ pada Tabel 10.

Tabel 10. Matriks $[M_{ij}]+[B_{ij}]$ Periode Februari-Maret Tahun 2015

		Leading (i)			
		B	C	D	E
Trailing (j)	B	129,60 detik	144,54 detik	150,00 detik	163,70 detik
	C	106,80 detik	106,80 detik	112,29 detik	126,00 detik
	D	97,60 detik	97,60 detik	97,60 detik	112,25 detik
	E	78,02 detik	78,02 detik	78,02 detik	78,02 detik

Apabila ini digabungkan dengan prosentase campuran pesawat $[P_{ij}]$ pada Tabel 8, waktu antar kedatangan rata-rata adalah :

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

$$E[T_{ij}] = 129,6*18,5\% + 106,8*18,5\% + 97,6*8,44\% + 78,02*2\% + 144,54*18,5\% + 106,8*18,2\% + 97,6*9\% + 78,02*1,75\% + 150*1,55\% + 112,29*1,25\% + 97,6*0,68\% + 78,02*0,4\% + 163,7*0,35\% + 126*0,22\% + 112,25*0,1\% + 78,02*0,03\%$$

$$E[T_{ij}] = 115,15 \text{ detik}$$

Dengan demikian kapasitas *runway* untuk melayani kedatangan saja yang didapat dari Persamaan (3) akan menghasilkan:

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]}$$

$$C = \frac{1}{115,15} (3600) = 31,18 \text{ operasi/jam} \approx 32 \text{ operasi/jam}$$

Jadi dengan adanya kesalahan posisi kapasitas *runway* melayani kedatangan sebesar 32 operasi/jam. Dengan adanya kesalahan posisi kapasitas *runway* pelayanannya berkurang ± 6 operasi/jam.

Perhitungan Kapasitas Runway untuk Operasi Keberangkatan Saja

Jarak pisah minimum antar keberangkatan didapatkan sebesar 120 detik (Menara ATC Bandara Halim Perdanakusuma Jakarta). Matriks prosentase campuran pesawat $[P_{ij}]$ yang terjadi dapat dilihat pada matriks prosentase pada Tabel 8. Berdasarkan persamaan, dapat dihitung besar waktu pelayanan antar keberangkatan di ambang *runway* $E(td)$ adalah sebagai berikut:

$$E[T_{td}] = \sum [td][P_{ij}]$$

$$E[T_{td}] = 120*18,5\% + 120*18,5\% + 120*8,44\% + 120*2\% + 120*18,5\% + 120*18,2\% + 120*9\% + 120*1,75\% + 120*1,55\% + 120*1,25\% + 120*0,68\% + 120*0,42\% + 120*0,35\% + 120*0,22\% + 120*0,1\% + 120*0,03\%$$

$$E[T_{td}] = 120 \text{ detik}$$

Jadi, kapasitas *runway* yang hanya melayani keberangkatan saja diperoleh dari rumus pada Persamaan (3) yaitu:

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]}$$

$$C = \frac{1}{120} (3600) = 30 \text{ operasi/jam}$$

Jadi, kapasitas *runway* yang hanya melayani keberangkatan saja adalah 30 operasi/jam.

Perhitungan Kapasitas Runway untuk Operasi Campuran

Pergerakan pesawat di *runway* harus mengutamakan pesawat yang akan mendarat (*arrivals*) karena apabila terjadi *delay* 30 menit, maka pesawat yang akan mendarat tersebut akan dialihkan ke bandara terdekat.

Waktu pemakaian *runway* rata-rata $E[R_i]$, merupakan jumlah perkalian dari probabilitas campuran pesawat pada jam sibuk dengan rata-rata waktu pemakaian *runway* tiap kategori pesawat. Besarnya nilai waktu pemakaian *runway* tersebut dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Waktu Pemakaian *Runway* Periode Februari-Maret Tahun 2015

Kategori Pesawat	Waktu Pemakaian <i>Runway</i> (Detik)
B	107
C	145
D	122
E	81

Sumber: Survey Lapangan di Bandara Halim Perdanakusuma, 2015

$$E[R_i] = 0,44(107) + 0,50(145) + 0,05(122) + 0,01(81)$$

$$E[R_i] = 126,49 \text{ detik}$$

Waktu yang diharapkan pesawat yang datang untuk menempuh jarak 2 mil terakhir ke ambang *runway* merupakan jumlah perkalian dari probabilitas campuran pesawat pada jam sibuk. Waktu yang diharapkan pesawat yang datang untuk menempuh jarak 2 mil terakhir ke ambang *runway* adalah:

$$E\left[\frac{\delta_d}{V_j}\right] = \left[0,44\left(\frac{2}{104}\right) + 0,50\left(\frac{2}{133}\right) + 0,05\left(\frac{2}{148}\right) + 0,01\left(\frac{2}{206}\right)\right] (3600)$$

$$E\left[\frac{\delta_d}{V_j}\right] = 60,3 \text{ detik}$$

Suku terakhir persamaan adalah nol apabila hanya satu keberangkatan yang akan disisipkan di antara dua kedatangan. Suatu faktor kesalahan $\sigma_0 q_v$ dapat ditambahkan pada persamaan di atas untuk memperhitungkan pelanggaran terhadap perbedaan jarak. Faktor kesalahan yang ditambahkan pada persamaan dapat dihitung dengan Persamaan (4).

$$E[B_{ij}] = \delta_0 q_v$$

$$E[B_{ij}] = B_{BC} = B_{BD} = B_{CD} = 20(1,28) = 25,6 \text{ detik}$$

Oleh sebab itu, waktu antar kedatangan yang dibutuhkan untuk melakukan satu keberangkatan di antara dua kedatangan diberikan oleh persamaan dengan penambahan faktor kesalahan, dan dihasilkan:

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

$$E[T_{ij}] > 126,49 + 60,3 + 25,6 + (1 - 1)120$$

$$E[T_{ij}] > 212,39 \text{ detik}$$

Karena waktu antar kedatangan sebenarnya (pada saat terjadi kesalahan posisi) adalah 115,15 detik, satu keberangkatan adalah 120 detik, maka tidak dapat dilakukan satu keberangkatan di antara dua kedatangan. Dalam setiap keadaan, jarak antar kedatangan minimum adalah lebih kecil dari 212,39 detik dan oleh karena itu satu keberangkatan tidak akan pernah dapat dilakukan di antara dua kedatangan. Kapasitas *runway* kondisi eksisting untuk operasi campuran dihitung menggunakan Persamaan (3) sebagai berikut:

$$C = \frac{1}{E[T_{ij}]}$$

$$C = \frac{1}{212,39} (3600) = 16,94 \frac{\text{operasi}}{\text{jam}} \approx 17 \text{ operasi/jam}$$

Sehingga didapat kapasitas *runway* untuk kondisi eksisting operasi campuran sebesar 17 operasi/jam.

Kapasitas Taxiway

Sebelum menganalisis kapasitas *taxiway* terlebih dahulu, maka diperlukan klasifikasi pesawat yang akan disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. *Aircraft Classification*

<i>Aircraft Class</i>	<i>Max Cert. T.O. weight (lbs)</i>	<i>Number Engines</i>	<i>Wake Turbulance Clasification</i>
A	12.500 or less	Single	Small (S)
B		Multi	
C	12.500 - 300.000	Multi	Large (L)
D		Multi	
	Over 300.000		Heavy (H)

Sumber : FAA

Analisis Taxiway Kondisi Eksisting

Perhitungan kapasitas landas hubung (*taxiway*) dilakukan dengan melihat jumlah pergerakan pesawat pada jam sibuk periode Februari-Maret tahun 2015 dan juga kapasitas *runway* yang dapat menampung pada kondisi eksisting sebanyak 17. Adapun pembagian klasifikasi berat pesawat yang terdapat pada Bandara Halim Perdanakusuma Jakarta akan disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Pembagian Klasifikasi Pesawat berdasarkan Berat Pesawat Periode Februari-Maret 2015

Jenis Pesawat	Berat Pesawat (lbs)	Kelas Pesawat
A320	166.445	C
ATR-42	41.005	C
ATR-72	49.604	C
B732	129.500	C
B733	138.500	C
B738-800	174.200	C
CASSA 212	16.975	C
CL-60	23.500	C
C208	8.000	A
C680	6.000	B
FALCON	19.200	C
FOKKER	43.500	C
G IV	73.200	C
GV	89.000	C
HERCULES	155.000	C

Dengan melihat Tabel 17 kelas pesawat yang terdapat di Bandara Halim Perdanakusuma Jakarta masuk pada kelas pesawat C dan D, sehingga untuk menentukan kapasitas landas

hubung (*taxiway*) dapat menentukan *Mid Index* terlebih dahulu dengan Persamaan (6) berikut ini (Horonjeff R. dan MCKelvey F., 1988).

$$MI = C + 3D \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

C = prosentase pesawat kelas C

D = prosentase pesawat kelas D

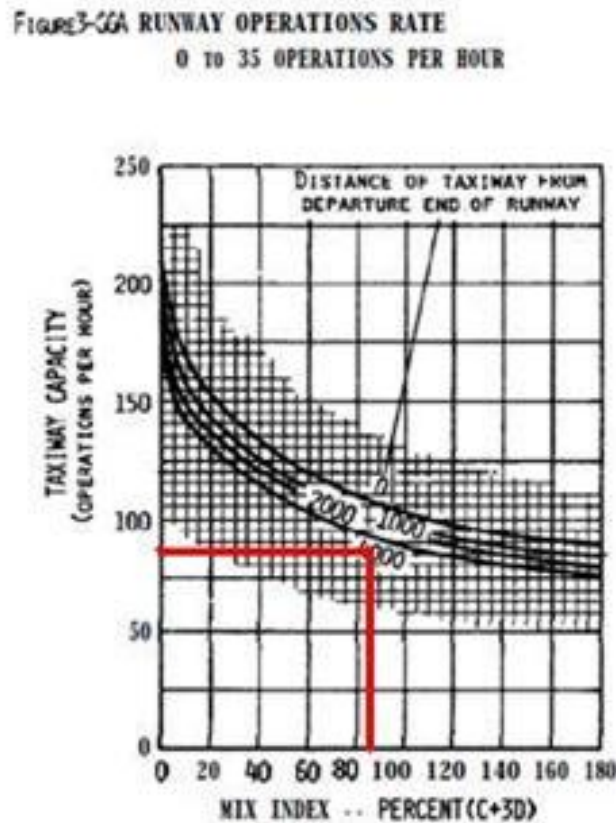
Maka didapat hasil

$$MI = C + 3D$$

$$MI = 86,67\% + 3(0)$$

$$MI = 86,67\%$$

Kemudian untuk menentukan kapasitas landas hubung (*taxiway*) menggunakan grafik yang telah disediakan FAA.



Gambar 2. Hourly Capacity of a Taxiway Crossing an Active Runway With Arrivals Only (existing)

Adapun jarak antar ujung landasan pacu (*runway*) dengan pertemuan *exit taxiway* dan hasil dari analisis kapasitas landas hubung (*taxiway*) melalui Gambar 2 disajikan pada Tabel 14 untuk R24 (pendaratan melalui *Runway 24*) dan Tabel 15 untuk R06 (pendaratan melalui *Runway 06*).

Tabel 14. Analisis Kapasitas Landas Hubung (*Taxiway*) R24-06
Periode Februari-Maret 2015

<i>Taxiway</i>	<i>MI</i>	Jarak Antar Ujung <i>Runway</i> dengan <i>Exit Taxiway</i> (feet)	<i>Taxiway Capacity</i> (operasi/jam)
A	86,67%	7137	75-90
B	86,67%	5808	75-90
C	86,67%	4551	75-90
G	86,67%	4300	75-90
H	86,67%	3022	98

Tabel 15. Analisis Kapasitas Landas Hubung (*Taxiway*) R06-24
Periode Februari-Maret 2015

<i>Taxiway</i>	<i>MI</i>	Jarak Antar Ujung <i>Runway</i> dengan <i>Exit Taxiway</i> (feet)	<i>Taxiway Capacity</i> (operasi/jam)
A	86,67%	2705	98
B	86,67%	4033	75-90
C	86,67%	5291	75-90
G	86,67%	5541	75-90
H	86,67%	6820	75-90

Kapasitas *Apron*

Adapun data yang dibutuhkan dalam penentuan kapasitas *apron* antara lain dimensi pesawat, *wing tips clearance*, *gate occupancy time* dan jarak bebas antar pesawat di *apron*.

Tabel 16. Dimensi Pesawat

Jenis Pesawat	<i>Wing Span</i> (m)	<i>Length</i> (m)	<i>Height</i> (m)
A320	34,09	37,57	11,76
ATR-42	24,57	22,67	7,59
ATR-72	27,05	27,17	7,65
B732	28,35	28,67	11,29
B733	28,88	33,40	11,13
B738-800	34,31	39,47	12,55
CASSA 212	20,28	16,20	6,30
CL-60	13,34	17,88	4,44
C208	15,88	11,46	4,32
C680	22,04	19,35	6,20
FALCON	9,96	15,06	4,88
FOKKER	29	25,06	8,72
G IV	23,72	26,92	7,45
GV	28,50	29,39	7,87
HERCULES	40,4	29,8	11,6

Tabel 17. *Wing Tips Clearence* Pesawat Terbang

	Bentang Sayap (m)	Clearence (m)
A	< 15	3.0
B	15-24	3.0
C	24-36	4.5
D	36-52	7.5
E	52-60	7.5

Sumber : FAA, 2010

Tabel 18. Jarak Bebas Antar Pesawat di *Apron*

Uraian	Code letter/Penggolongan Pesawat					
	A/I	B/II	C/III	D/IV	E/V	F/VI
Jarak bebas antar pesawat yang parkir dengan pesawat yang akan tinggal landas (m) A	10	10	10	15	15	15
Jarak bebas antar pesawat yang parkir dengan pesawat yang bearada di <i>taxiline</i> dan penghalang lain (m) B	4,5	4,5	7,5	7,5	10	10
Jarak bebas antar pesawat yang berjalan dengan pesawat yang berada di <i>lead-in</i> garis dan pesawat lain (m) C	4,5	4.5	7,5	7,5	10	10
Jarak antara pesawat yang sejajar yang berada di <i>apron</i> dan bangunan lain (m) D	4,5	4.5	7,5	7,5	10	10
Jarak antara pesawat dengan pengisian bahan bakar dan bangunan (m) E	15	15	15	15	15	15

Sumber : SKEP 77-VI, 2005

Tabel 19. *Gate Occupancy Time*

Jenis Pesawat	Time Occupancy (menit)
A320	23
ATR-42	17
ATR-72	17
B732	22
B733	22
B738-800	20
CASSA 212	14
CL-60	10
C208	13
C680	13
G IV	18
G V	18
Rata-rata	17.25

Sumber: PT. (Persero) Angkasa Pura II (PT. AP II) Jakarta, 2015

Pada Bandara Halim Perdanakusuma Jakarta *gate* digunakan secara bersama-sama baik pesawat besar maupun pesawat kecil sehingga faktor utilitas (U) = 0,6 – 0,8, untuk rata-rata *gate occupancy time* sesuai Tabel 23 (T) = 17,25 menit dan untuk jumlah pesawat campuran pada jam sibuk dapat dilihat pada Tabel 6 (V) = 14 operasi/jam. Persamaan yang

digunakan adalah seperti terlihat pada Persamaan (7) berikut ini (Horonjeff R. dan MCKelvey F., 1988).

$$G = \frac{V \times T}{U} \dots\dots\dots (7)$$

$$G = \frac{17 \times 17,25/60}{0,6}$$

$$G = 8,14 \approx 9 \text{ buah}$$

Konfigurasi yang digunakan adalah *nose in* dimana pesawat diparkir tegak lurus gedung terminal dan bagian depan pesawat berhadapan langsung serta berjarak dekat dengan gedung.

Pesawat yang dipakai sebagai acuan adalah pesawat boeing 737-900 (B737-900) atau boeing 737-800 (B737-800), hal ini dikarenakan pesawat B737-900/B737-800 mempunyai dimensi pesawat yang lebih besar dibandingkan pesawat lain yang berada di Bandara Halim Perdanakusuma. Tabel 20 adalah ukuran karakteristik pesawat B-739.

Tabel 20. Karakteristik Ukuran B737-900

Tipe Pesawat	Bentang Sayap (m)	Panjang Badan (m)
B737-900	34,31	39,47

Data teknis yang akan digunakan dalam menghitung luas *apron* yaitu jumlah *gate* yang telah dihitung pada subbab sebelumnya yaitu 9 buah. *Clearence* pada Tabel 21 yaitu 4,5 m dan juga karakteristik pesawat acuan (B737-900) pada Tabel 20.

Tabel 21. Pembagian Pesawat

Jenis Pesawat	Kode Huruf	<i>Clearence</i> (m)
A320	C	
ATR-42	C	
ATR-72	C	
B732	C	
B733	C	
B738-800	C	4,5
CASSA 212	C	
CL-60	C	
C208	C	
C680	C	
G IV	C	
G V	C	

Panjang *Apron*:

$$P = G.W + (G-1).C + 2.Pb$$

$$P = 9.34,31 + (9-1).4,5 + 2.39,47$$

$$P = 423,73 \text{ m}$$

Lebar *Apron*:

$$l = P_b + W + C_b + C_w$$

$$l = 39,47 + 34,31 + 22 + 20$$

$$l = 115,78 \text{ m}$$

sehingga luas *apron* didapat:

$$L = 115,78 \times 423,73$$

$$L = 49.059,5 \text{ m}^2$$

Dari hasil yang di dapat yaitu $49.059,5 \text{ m}^2$ dan luas *apron* kondisi eksisting sebesar $88.787,5 \text{ m}^2$, hal ini menunjukkan luas *apron* kondisi eksisting lebih besar dibanding luas *apron* dari hasil perhitungan sehingga luas *apron* kondisi eksisting sudah mencukupi untuk menampung jumlah campuran pesawat pada jam sibuk, sehingga *apron* masih layak digunakan.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dalam analisis ini yaitu sebagai berikut :

1. Jumlah lalu lintas udara (operasi campuran) pada jam sibuk = 15 operasi/jam
2. Jumlah *gate* yang dibutuhkan = 9 *gate*
3. Luas *apron* yang dibutuhkan = $49.059,5 \text{ m}^2$
4. Kapasitas *runway* (operasi campuran) = 17 operasi/jam
5. Kapasitas *taxiway* = 75 – 90 operasi/jam
6. Kapasitas *apron* eksisting:
 - a. Jumlah *gate* = 17 *gate*
 - b. Luas *apron* = $88.787,5 \text{ m}^2$

Dari hasil di atas dapat disimpulkan bahwa kapasitas dari semua elemen (*air side*) yang ada di Bandara Halim Perdanakusuma masih memenuhi standar minimum kapasitas yang dibutuhkan untuk penerbangan komersil dan militer. Akan tetapi karena peraturan yang dikeluarkan oleh TNI-AU mengenai prioritas penggunaan *runway* yang menyatakan bahwa bila ada kegiatan kemiliteran yang mendesak ataupun agenda-agenda rutin dari TNI-AU maka penerbangan untuk komersil dihentikan sampai kegiatan tersebut selesai. Oleh karena itu, hal tersebut di atas menjadi salah satu faktor yang menyebabkan Bandara Halim Perdanakusuma kurang tepat dijadikan sebagai bandara komersil. Maka dibutuhkan kajian lebih mendalam terhadap keterlambatan penerbangan atau *delay* penerbangan yang akan membuat penumpang ataupun maskapai penerbangan komersil mengalami kerugian yang tidak dapat ditafsirkan.

SARAN

Dengan melihat hasil analisis di atas dan latar belakang Bandar Udara Halim Perdanakusuma maka penulis memberikan beberapa saran agar Bandar Udara Halim Perdanakusuma dapat difungsikan secara optimal sesuai dengan peruntukannya, antara lain:

- Untuk mengatasi masalah penutupan bandara saat terjadi kegiatan kemiliteran maka diperlukan *runway* baru agar tidak mengganggu kegiatan kemiliteran. Sehingga fungsi bandara secara komersil dan militer dapat difungsikan secara optimal.

- Sesuai peruntukan Bandar Udara Halim Perdanakusuma sebagai pangkalan utama TNI-AU alangkah baiknya penerbangan komersil dialihkan ke Bandar Udara Soekarno-Hatta, karena sejatinya Bandara Halim Perdanakusuma difungsikan sebagai bandar udara militer.
- Perlu adanya pengaturan penyesuaian pergerakan pesawat komersil yang lebih efisien sesuai dengan pergerakan militer.

DAFTAR PUSTAKA

- Angkasa Pura II, 2015. *Laporan Bulanan Pergerakan Pesawat dan Penumpang*, Angkasa Pura II Cabang Bandara Halim Perdanakusuma, Jakarta.
- Anonim, 2005. *Persyaratan teknis Pengoperasian Fasilitas Teknis Bandar Udara*, Dinas Perhubungan SKEP 77-VI.
- Anonim, 2005. *737 Airplane Characteristics for Airport Planning*, Boeing Commercial Airplanes.
- Anonim, 2011. *Embraer Airport Planning Manual*, Embraer S.A, Brasil.
- Basuki, Heru, 1985. *Merancang dan Merencana Lapangan Terbang*, PT Alumni, Bandung.
- Daniel, Herckia Pratama dan Jennie Kusumaningrum, 2006. *Perencanaan Runway, Taxiway Dan Apron Untuk Pesawat Tipe B 737-900 Er Pada Bandara Sultan Babullah-Ternate*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Federal Aviation Association (FAA) 2010. *Airport Capacity an Delay*, Federal Aviation Association (FAA), United State.
- Horonjeff R. dan MCKelvey. F. 1988. *Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara Jilid I*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Kiswari. 1994. *Perencanaan Apron Dan Gedung Terminal Bandar Udara Juanda Surabaya Hingga 2013*, Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS, Surabaya.
- Susetyo, Arief, 2006. *Studi Dan Perencanaan Penambahan Runway Di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya*, Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS, Surabaya.