

MANAJEMEN LALU LINTAS UDARA

Dr.Eng. Muhammad Zudhy Irawan, S.T., M.T.

MSTT - UGM

PENDAHULUAN

- Fungsi:
 1. Mengontrol lalu lintas di udara
 2. Mengatur arus lalu lintas udara supaya efisien, seperti: agar pesawat dapat mendarat dan lepas landas dengan cepat, sehingga mengurangi kemungkinan keterlambatan
 3. Memberikan juga keuntungan keselamatan udara, karena dapat mengatur penerbangan dan pendaratan yang aman
 4. Memberikan informasi, seperti cuaca, posisi pesawat, dll.

- Prinsip utama fungsi manajemen arus lalulintas udara:
 1. Memperkirakan titik-titik kritis kelebihan beban (overload)
 2. Pengembangan strategi untuk mengatasi overload tersebut
 3. Memilih pelbagai alternatif strategi tersebut yang paling tepat

- Program Menunggu Pendaratan/Lepas landas (*Ground Delay Programs*):
 1. Penting untuk pengaturan pesawat yang akan tinggal landas atau akan mendarat agar tundaan sesedikit mungkin
 2. Terjadi antara lain karena:
 - a. Keadaan cuaca yang buruk
 - b. Terlalu banyak pesawat yang akan mendarat

1. Mengontrol lalu lintas di udara
 - Pesawat selalu berada dalam posisi yang benar / tepat
 - Kontrol dengan menggunakan suara
 - Komunikasi yang terjadi antara lain:
 - a. Kecepatan, ketinggian
 - b. Pemberitahuan tentang posisi pesawat yang lain
 - c. Runway yang akan digunakan untuk mendarat
 - d. Pemberitahuan antar ARCC

Contoh Soal:

Suatu bandara mempunyai 2 landasan pacu yang sejajar: 4L/22R dan 4R/22L. Saat ini bandara sedang mengalami gangguan kabut, sehingga hanya dapat menerima kedatangan pesawat setiap 10 menit di landasan pacu 4R/22L saja.

Ada 12 pesawat yang akan mendarat, yaitu:

- a. Dari maskapai penerbangan Garuda: GA1, GA2, GA3 dan GA4
- b. Dari maskapai penerbangan Lion: JT1, JT2, JT3, JT4, JT5 dan JT6
- c. Dari maskapai penerbangan Air Asia: QZ1 dan QZ2

Pengaturan pendaratan sebagai berikut ini.

No	Pesawat	ETA (estimated time of arrival)	CTA (controlled time of arrival)	Delay (menit)
1	GA1	07.00	07.00	0
2	GA2	07.00	07.10	10
3	JT1	07.05	07.20	15
4	JT2	07.05	07.30	25
5	JT3	07.10	07.40	30
6	JT4	07.10	07.50	40
7	GA3	07.20	08.00	40
8	QZ1	07.20	08.10	50
9	JT5	07.40	08.20	40
10	QZ2	07.40	08.30	50
11	GA4	08.20	08.40	20
12	JT6	08.40	08.50	10
	Total Garuda			70
	Total Lion			160
	Total Air Asia			100
	Total			330

Pertanyaan 1 :

1. Andaikata maskapai penerbangan Garuda tidak jadi mendaratkan pesawat GA2 karena cuaca yang buruk dan memberitahunya kepada ATCT, berapa penurunan tundaan yang terjadi, jika urutan pendaratan pesawat ditentukan sama dengan sebelumnya ?

No	Pesawat	ETA (estimated time of arrival)	CTA (controlled time of arrival)	Delay (menit)
1	GA1	0700	0700	0
2	JT1	0705	0710	5
3	JT2	0705	0720	15
4	JT3	0710	0730	20
5	JT4	0710	0740	30
6	GA3	0720	0750	30
7	QZ1	0720	0800	40
8	JT5	0740	0810	30
9	QZ2	0740	0820	40
10	GA4	0820	0830	10
11	JT6	0840	0840	0
	Total Garuda			40
	Total Lion Air			100
	Total Air Asia			80
	Total			220

Jawab 1 :

- Garuda berkurang tundaannya sebesar 30 menit
- Namun maskapai pesaingnya, berkurang tundaannya 80 menit (Lion 60 menit, Air Asia 20 menit)

Pertanyaan 2 :

2. Andaikata GA2 yang tidak jadi mendarat tidak memberitahu kepada ATCT, berapa penurunan tundaan yang terjadi ?

Pesawat	ETA	CTA	Delay (menit)
GA1	07.00	07.00	0
Kosong	-	07.10	-
JT1	07.05	07.20	15
JT2	07.05	07.30	25
JT3	07.10	07.40	30
JT4	07.10	07.50	40
GA3	07.20	08.00	40
QZ1	07.20	08.10	50
JT5	07.40	08.20	40
QZ2	07.40	08.30	50
GA4	08.20	08.40	20
JT6	08.40	08.50	10
Total Garuda			60
Total Lion Air			160
Total Air Asia			100
Total			320

Jawab 2 :

- Garuda berkurang tundaannya sebesar 10 menit
- Maskapai pesaingnya tidak berkurang

Pertanyaan 3 :

3. Andaikata dengan tidak jadi mendaratnya GA2 kemudian maskapai ATCT memberikan prioritas pendaratan pada maskapai Lion Air: JT4, JT2, JT3 dan JT1, berapa penurunan tundaan yang dialami ?

TUGAS 1 :

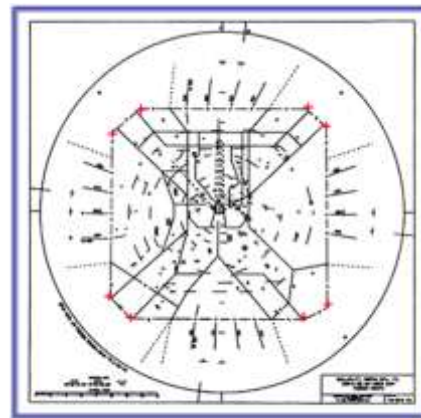
4. Bagaimana urutan pendaratan pesawatnya supaya dapat dicapai tundaan yang paling minimum ? Dengan memberikan keistimewaan kepada Maskapai Garuda sehingga tundaan untuk Maskapai Garuda sama dengan nol

SISTEM PENDUKUNG PENGAMBILAN KEPUTUSAN OTOMATIS

- Telah dikembangkan sistem pengambilan keputusan pendaratan dan penerbangan secara otomatis
- Salah satu program : COMPAS, yang dikembangkan Jerman, yang dapat membantu mengatur kedatangan pesawat pada saat mendekati bandara
- Program yang lain: *Center TRACON Automation System (CTAS)* yang dikembangkan oleh NASA, yang dapat mengatur kedatangan atau penerbangan sampai 40 menit sebelum penerbangan, dengan melihat juga pada beban landas pacu, penyeimbangan pendaratan jika landas pacu lebih dari satu
- Program EDP (*Expedite Departure Path*) dapat mengatur beban pesawat di landas pacu, jarak, penyebaran pada saat di udara.

Otomatisasi kedatangan, lalu lintas udara di landasan dan keberangkatan perlu diintegrasikan karena:

- a. Adanya interaksi antara pelbagai arus yang bervariasi. Optimalisasi salah satu tipe akan dapat berdampak negatif terhadap yang lain
- b. Kesulitan memperkirakan secara tepat titik-titik kritis dan lokasinya akan terjadi
- c. Kenyataan yang ada sangat kompleks



 Video: CTAS



Contoh Soal

- Enam pesawat akan menuju landas pacu untuk mendarat, dengan keadaan sebagai berikut ini:
 1. Landas pacu hanya satu
 2. Semua pesawat terbang dalam radius 5 nmi (nautical miles) dari *final approach*
 3. Jarak minimal antar pesawat 3 nmi, kecuali kalau kecepatan pada saat mendekat melampaui 150 knots (untuk keadaan ini, jarak minimal 4 nmi)

- Data masing-masing pesawat adalah sebagai berikut

Nomer pesawat	Kecepatan (knots)	Waktu masuk terminal (detik)	Waktu transit (detik)
1	120	0	990
2	135	20	930
3	150	55	900
4	120	110	990
5	135	180	930
6	150	350	900

Waktu masuk terminal : waktu yang diperlukan pesawat untuk masuk ke *final approach*

Waktu transit : waktu yang diperlukan dari masuk *final approach* ke runway

- Pertanyaan:** Pertimbangan strategi-strategi yang dapat digunakan untuk pemilihan pengurutan pendaratan pesawat, sehingga diharapkan kinerja bandar udara bisa optimal !

Jawab:

Dapat dilakukan berbagai alternatif strategi:

1. Urutan tergantung pada saat memasuki daerah terminal: **1, 2, 3, 4, 5 dan 6**
2. Urutan didasarkan pada perkiraan waktu mendarat di landas pacu: **2, 3, 1, 4, 5 dan 6**
3. Urutan didasarkan untuk meminimalkan tundaan
4. Urutan agar pengosongan landas pacu secepat mungkin

- **Strategi 1.** Menghitung besarnya tundaan dengan urutan tergantung pada saat memasuki daerah terminal: **1, 2, 3, 4, 5 dan 6**

Nomer pesawat	Kecepatan (knots)	Jarak min (nmi)	Waktu masuk terminal (dtk)	Waktu transit (dtk)	Waktu mendarat (dtk)	Waktu untuk masuk runway (dtk)	Tundaan
1	120	3	0	990	990	990	0
2	135	3	80	930	1010	950	60
3	150	4	176	900	1076	955	121
4	120	3	266	990	1256	1100	156
5	135	3	346	930	1276	1110	166
6	150	4	442	900	1342	1250	92

$$[3600 \times (3/135)] + 0 = 80$$

Tundaan total = **595 detik**

- **Strategi 2.** Menghitung besarnya urutan didasarkan pada perkiraan waktu mendarat di landas pacu: **2, 3, 1, 4, 5 dan 6**

Nomer pesawat	Kecepatan (knots)	Jarak min (nmi)	Waktu masuk terminal (dtk)	Waktu transit (dtk)	Waktu mendarat (dtk)	Waktu untuk masuk runway (dtk)	Tundaan
2	135	3	20	930	950	950	0
3	150	4	116	900	1016	955	60
1	120	3	206	990	1196	990	121
4	120	3	296	990	1286	1100	156
5	135	3	376	930	1306	1110	166
6	150	4	472	900	1372	1250	92

$$[3600 \times (4/150)] + 20 = 116$$

Tundaan total = **771 detik**

- Kesimpulan: Strategi 1 lebih baik dari Strategi 2

TUGAS 2

- Lakukanlah strategi urutan pesawat berdasarkan analisis anda sedemikian sehingga tundaannya menghasilkan nilai yang paling kecil !
- Petunjuk: pertimbangkan ketiga faktor tersebut – kecepatan, waktu masuk terminal, waktu transit !

Latihan Soal

Enam pesawat terbang mendekati bandara yang hanya mempunyai satu landas pacu (*run way*). Akan dicoba mengatur pendaratan yang seefisien mungkin. Semua pesawat mendekat sampai ke daerah terminal, yaitu 6 nmi (nautical miles) dari landas pacu. Untuk mendarat, jarak minimal antar pesawat pada saat akan mendarat: 6 nmi, jika kecepatan pesawat di belakang minimal 150 knots. Jika kecepatan di bawah itu, jarak antar pesawat minimal sebesar 4 nmi.

No. pesawat	Waktu masuk daerah terminal (detik)	Kecepatan (knots)	Waktu transit di terminal (detik)
1	0	130	980
2	35	155	875
3	75	145	965
4	135	140	975
5	140	155	900
6	145	125	985

Pertanyaan

- Hitung waktu yang diperlukan untuk mendarat keseluruhan pesawat dan total tundaan jika:
 1. Digunakan strategi pendaratan didasarkan pada peringkat waktu memasuki daerah terminal
 2. Digunakan strategi pendaratan didasarkan pada peringkat waktu pendaratan yang tercepat
- Dari hasil perbandingan waktu mendarat keseluruhan dan total tundaan tersebut, dari dua strategi tersebut, mana yang paling menguntungkan ?

LAMPIRAN 1. JAWABAN SOAL PERUBAHAN PRIORITAS**Jawab 3:**

- Garuda berkurang tundaannya sebesar 10 menit
- Maskapai pesaingnya tidak berkurang

Pesawat	ETA	CTA	Delay (menit)
GA1	07.00	07.00	0
kosong	-	07.10	-
JT4	07.10	07.20	10
JT2	07.05	07.30	25
JT3	07.10	07.40	30
JT1	07.05	07.50	45
GA3	07.20	08.00	40
QZ1	07.20	08.10	50
JT5	07.40	08.20	40
QZ2	07.40	08.30	50
GA4	08.20	08.40	20
JT6	08.40	08.50	10
Total Garuda			60
Total Lion			160
Total Air Asia			100
Total			320

LAMPIRAN 2. JAWABAN SOAL TUNDAAN MINIMUM

Pesawat	ETA	CTA	Delay (menit)
GA1	07.00	07.00	0
JT4	07.10	07.10	0
GA3	07.20	07.20	0
JT2	07.05	07.30	25
JT3	07.10	07.40	30
JT1	07.05	07.50	45
QZ1	07.20	08.00	40
JT5	07.40	08.10	30
GA4	08.20	08.20	0
QZ2	07.40	08.30	50
JT6	08.40	08.40	0
Total Garuda			0
Total Lion Air			130
Total Air Asia			90
Total			220

LAMPIRAN 3. JAWABAN SOAL PENDARATAN

STRATEGI 1

No. pes.	kecepatan (knots)	Jarak min (nmi)	wkt msk tercepat	Waktu masuk terminal (detik)	Waktu transit (detik)	Waktu mendarat (detik)	Waktu mendarat tercepat (detik)	Tundaan
1	130	4	0	111	980	1091	980	0
2	155	6	35	139	875	1014	910	104
3	145	4	75	239	965	1204	1040	164
4	140	4	135	342	975	1317	1110	207
5	155	6	140	481	900	1381	1040	341
6	125	4	145	596	985	1581	1130	451
							Total tundaan	1266

STRATEGI 2

No. pes.	kecepatan (knots)	Jarak min (nmi)	Waktu masuk terminal (detik)	Waktu transit (detik)	Waktu mendarat (detik)	Waktu mendarat tercepat (detik)	Tundaan	
2	155	6	35	35	875	910	910	0
1	130	4	0	145	980	1126	980	146
3	145	4	75	245	965	1210	1040	170
5	155	6	140	384	900	1284	1040	244
4	140	4	135	487	975	1462	1110	352
6	125	4	145	602	985	1587	1130	457
							Total tundaan (detik)	1370