



Efisiensi Operasional Dengan Adanya Rapid Exit Taxiway Dan Parallel Taxiway Di Bandara-Bandara Di Indonesia

Cahaya Purnama Rahman, Marheindranata Septian, Tigor Pancasakti, Vika Ananda

Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Indonesia

Email : syafiyurahman@gmail.com

**Correspondence: Cahaya Purnama Rahman*

DOI:

ABSTRAK

pertumbuhan penumpang angkutan udara melampaui pertumbuhan sarana dan prasarana yang ada pada bandar udara, maka masalah-masalah yang berkaitan dengan pelayanan akan timbul, baik layanan yang ada pada sisi darat maupun sisi udara. Mengetahui kapasitas bandar udara berperan penting dalam perencanaan bandar udara, hal ini merupakan salah satu disiplin ilmu dalam manajemen kebandar-udaraan. Salah satu kendala yang umum dihadapi dalam operasional penerbangan di bandara-bandara domestik di Indonesia adalah pesawat yang diharuskan menunggu di pinggir landasan (hold-short) beberapa menit karena pesawat lain akan mendarat. Situasi lainnya yaitu saat dua pesawat dengan waktu keberangkatan yang berdekatan harus menunggu pesawat pertama untuk memutar balik di landasan (enter back-track runway) dan tinggal landas sebelum pesawat kedua diizinkan oleh ATC untuk melakukan manuver yang sama karena taxiway menuju landasan posisinya berada di tengah. Selain tidak adanya parallel taxiway di banyak bandara di Indonesia, masalah lain yang dapat timbul ketika lalu-lintas udara meningkat yaitu antrean panjang karena jarak antar kedatangan/keberangkatan pesawat tidak dapat dioptimalkan. Kondisi ini terjadi akibat tidak adanya rapid exit taxiway sehingga pesawat yang mendarat membutuhkan waktu yang lebih panjang untuk deselerasi dan keluar landasan. Seiring bertumbuhnya lalu-lintas udara, merencanakan pembangunan parallel taxiway dan rapid exit taxiway di bandara-bandara domestik di Indonesia akan mengurangi waktu tunggu antar kedatangan/keberangkatan pesawat dan meningkatkan efisiensi dalam operasional penerbangan.

Kata kunci: kapasitas landasan, bandar udara, rapid exit taxiway, parallel taxiway

ABSTRACT

The growth of air transportation passengers exceeds the growth of existing facilities and infrastructure at the airport, so problems related to services will arise, both on the ground side and on the air side. Knowing airport capacity plays an important role in airport planning, this is one of the disciplines in airport management. One of the common obstacles faced in flight operations at domestic airports in Indonesia is that planes are required to wait at the edge of the runway (hold-short) for a few minutes because other planes will land. Another situation is when two aircraft with close departure times have to wait for the first aircraft to turn around on the runway (enter back-track runway) and take off before the second

aircraft is allowed by ATC to perform the same maneuver because the taxiway to the runway is positioned in the middle. In addition to the absence of parallel taxiways at many airports in Indonesia, another problem that can arise when air traffic increases is the long queues because the distance between arrivals/departures of planes cannot be optimized. This condition occurs due to the absence of a rapid exit taxiway so that the landing plane takes longer to deceliate and exit the runway. As air traffic grows, planning the construction of parallel taxiways and rapid exit taxiways at domestic airports in Indonesia will reduce the waiting time between aircraft arrivals/departures and increase efficiency in flight operations.

Keywords: runway capacity, airport, rapid exit taxiway, parallel taxiway

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah pesawat penumpang merupakan salah satu indikator berkembangnya transportasi udara di Indonesia. Di tahun 2009 jumlah pengguna transportasi udara tercatat sebanyak 48.566.641 penumpang, di tahun 2010 sebanyak 55.653.110 penumpang, dan terus bertumbuh dengan angka 115.661.544 penumpang di tahun 2018. (INACA, 2019). Untuk memenuhi kebutuhan layanan, manajemen bandar udara mempunyai dua pendekatan; pertama dengan merancang dan membangun infrastruktur pendukung, yang kedua dengan memperbaiki sistem yang lebih efektif dan efisien (Safrilah and Putra 2017). Dua pendekatan tersebut tidak terlepas dari bagaimana manajemen bandar udara memahami kapasitas landasan yang ada sebagai pangkal kemacetan lalu-lintas udara (Zografos et al, 1997).

Untuk menghitung kapasitas landasan tunggal yang terdapat di bandara-bandara, digunakan model komputasi empat kurva. Kurva pertama yaitu kedatangan yang diikuti kedatangan (*all-arrivals*), kurva kedua yaitu antar kedatangan dengan keberangkatan (*freely inserted departure*), kurva ketiga yaitu kedatangan yang berseling dengan keberangkatan secara bergantian (*alternating arrivals and departures*), dan kurva keempat yaitu keberangkatan yang diikuti keberangkatan (*all departures*). Dengan menginterpolasikan keempat kurva tersebut berdasarkan variabel-variabel: tipe pesawat, rentang *approach path*, deviasi dari *approach speed* tiap tipe pesawat, deviasi dari *Runway Occupancy Time*, separasi minimum antar pesawat berdasarkan tipenya, standard dan deviasi dari jeda komunikasi antara ATC-pilot, dan variabel lainnya yang diasumsikan berkontribusi maka akan diketahui kapasitas landasan di suatu bandar udara (Zografos et al. 1997).

Bandara-bandara domestik yang ada di Indonesia pada umumnya memiliki *layout* landasan tunggal dengan pelataran parkir (*apron*) yang terhubung oleh dua *taxiway* sebagai akses keluar-masuk pesawat dari dan ke arah landasan. Di jam-jam sibuk (*peak hours*) saat jarak antara kedatangan/keberangkatan pesawat menjadi lebih rapat, *delay* akan sulit dihindari akibat landasan pacu digunakan bukan hanya sebagai tempat pesawat tinggal landas dan mendarat, tetapi juga digunakan sebagai area pesawat untuk *taxi-out* dan *taxi-in*. Manuver *taxi-out* dan *taxi-in* yang membutuhkan waktu yang tidak singkat juga mengakibatkan tersendatnya alur lalu-lintas penerbangan di bandara karena pesawat lain harus menunggu di *taxiway* hingga pesawat yang berada di landasan tinggal landas atau keluar menuju *apron*.

Keterbatasan akses inilah yang mempengaruhi *Runway Occupancy Time* menjadi relatif melebar dan merugikan pihak operator (*airlines*) maupun bandar udara. Waktu yang lebih lama untuk melakukan manuver *taxi-in* dan *taxi-out* akan merugikan operator dalam dua aspek; yaitu kebutuhan bahan bakar yang lebih banyak dan biaya operasional yang lebih mahal. Sementara itu dari perspektif bandar udara, arus lalu-lintas yang tersendat berarti kapasitas yang lebih sedikit atau dengan kata lain potensi pendapatan yang berkurang karena tidak dapat mengakomodasi pesawat penumpang lebih banyak.

Jika bandara dilengkapi *rapid exit taxiway*, maka *runway occupancy time* yang dihitung dengan empat komponen yang terdiri dari 1) pesawat terbang di atas *threshold* hingga roda pendaratan menyentuh landasan, 2) rentang waktu antara *main landing gear* menyentuh landasan hingga *nose landing gear* menyentuh landasan, 3) waktu deselerasi hingga mencapai *taxi speed*, 4) waktu yang dibutuhkan untuk keluar dari landasan yang menggunakan formulasi baku berdasarkan Aerodrome Design And Operations (ICAO, 1999) adalah 35 – 45 detik dan melebar menjadi 45 – 60 detik pada *exit taxiway* dengan sudut 90° (Horojeff et al. 2010) . Penalti waktu hingga 25 detik dapat memburuk jika posisi *taxiway* berada condong lebih dekat ke arah *threshold* dibandingkan ujung landasan (*runway end*) sehingga pesawat memerlukan waktu tambahan untuk berjalan ke ujung landasan, memutar di *turning pad*, dan berjalan menuju *exit taxiway*. Dengan adanya *parallel taxiway*, *runway occupancy time* dapat dioptimalkan karena waktu tambahan yang diperlukan untuk memutar di *turning pad* dan berjalan menuju *exit taxiway* dapat dialihkan dari landasan aktif. *Rapid exit taxiway* dan *parallel taxiway* yang terintegrasi akan meningkatkan kapasitas landasan di bandara-bandara domestik di Indonesia. Dengan demikian, efisiensi operasional baik di pihak operator (*airlines*) maupun bandar udara akan tercapai.

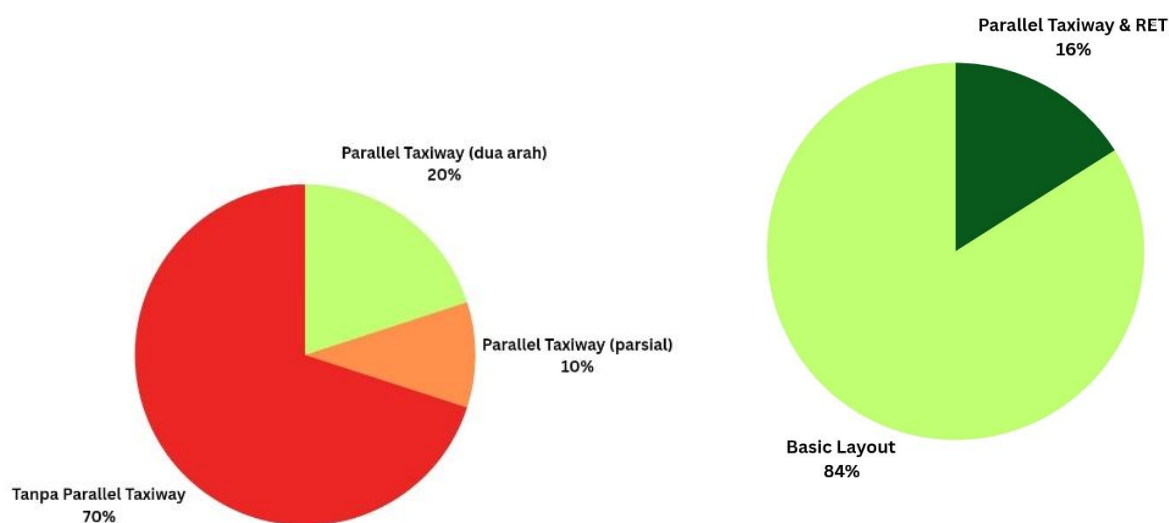
METODE

Pendekatan ilmiah pada jurnal ini dimulai dari pengumpulan data-data yang relevan untuk mendukung penelitian. Pengumpulan data sendiri dimaksudkan untuk meningkatkan wawasan yang berhubungan dengan topik penelitian (Taherdoost 2021). Data awal yang kami rangkum adalah keterangan teknis yang terkait dengan aturan baku tentang desain dan operasional bandar udara (ICAO 1999), formulasi mengenai kapasitas landasan (Zografos et al. 1997), dan data Airport Information Publications yang memvisualisasikan tata letak dan orientasi landasan, *taxiways*, dan apron di bandara-bandara domestik di Indonesia.

Dari data-data tersebut, kemudian kami melakukan simulasi terhadap pergerakan pesawat dengan menggunakan formulasi dari AC 150/5060-5 FAA mengenai Airport Capacity and Delay (FAA 1983). Metode ini merupakan representasi atau replikasi dari suatu sistem, proses, atau situasi dengan menggunakan model atau perangkat lunak komputer untuk memahami, menganalisa, atau memprediksi perilaku sistem tersebut (Safrizal et al. 2023). Dengan menggunakan studi kasus operasional di Bandar Udara Sultan Mahmud Badaruddin II – Palembang (PLM) (Oka et al. 2022) , kami mensimulasikan dua hal. Pertama, mensimulasikan pergerakan pesawat ketika *parallel taxiway* tidak dapat digunakan dan membandingkannya dengan kondisi normal. Kedua, mensimulasikan pergerakan pesawat ketika ditambahkan satu *rapid exit taxiway* untuk pesawat yang mendarat di landasan pacu 29 dan membandingkannya dengan kondisi normal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

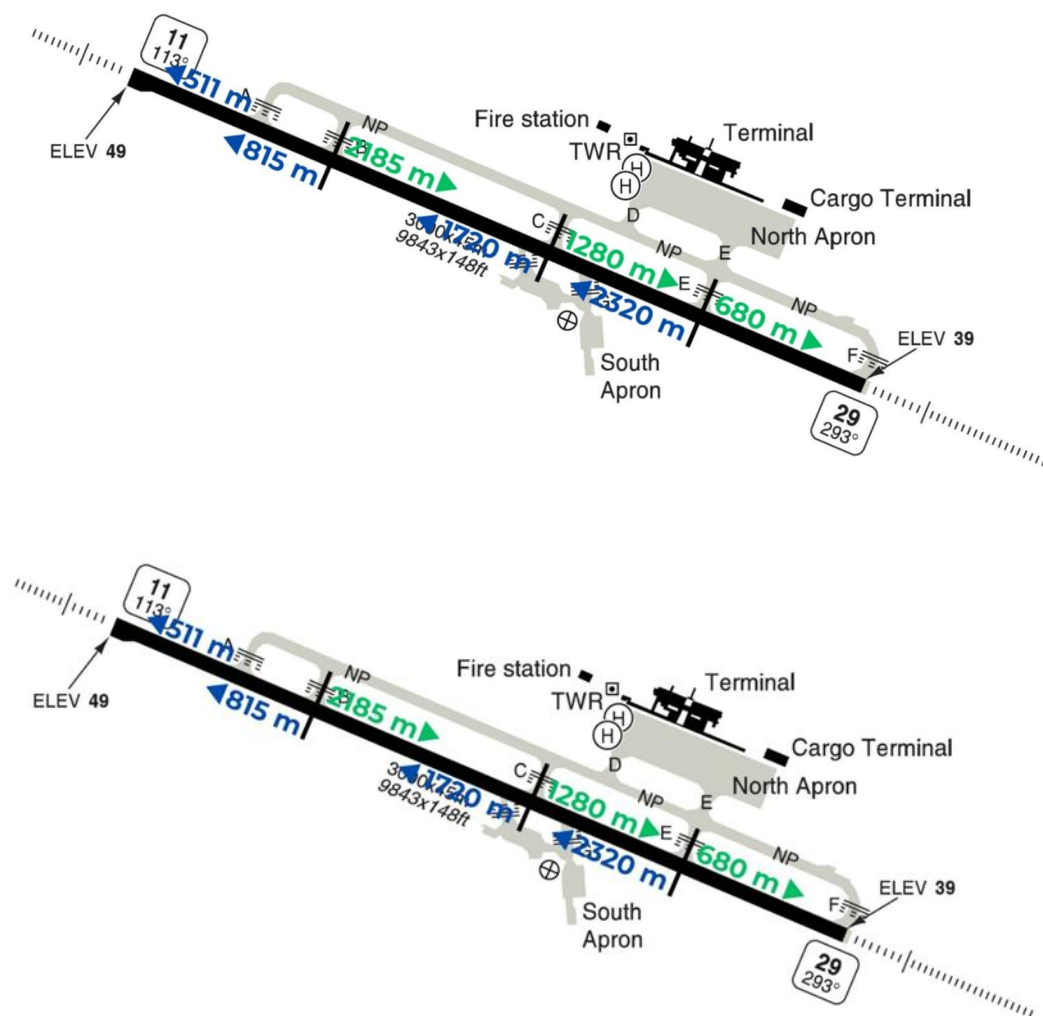
Berdasarkan daftar destinasi reguler yang diterbangi Lion Air (Boeing B737) yang dirilis Navtech – Navtech eCharts sebanyak 50 bandara domestik, hanya 10 bandara yang dilengkapi *parallel taxiway* dua arah yang difungsionalkan untuk penerbangan sipil; Balikpapan (BPN), Batam (BTH), Jakarta (CGK), Jayapura (DJJ), Bali (DPS), Majalengka (KJT), Deli Serdang (KNO), Manado (MDC), Palembang (PLM), Surabaya (SUB), Makassar (UPG), dan Kulonprogo (YIA). *Parallel taxiway* parsial (satu arah) yang difungsionalkan untuk penerbangan sipil dapat ditemui di 5 bandara yaitu: Samarinda (AAP), Banda Aceh (BTJ), Labuan Bajo (LBJ), Praya (LOP), dan Pangkal Pinang (PGK). Uniknya, bandara Kediri (DHX) hanya dilengkapi *rapid exit taxiway* (tanpa *parallel taxiway*). Sementara itu, bandara yang memiliki infrastruktur lengkap yang meliputi *parallel taxiway* dan *rapid exit taxiway* hanya terdapat di 8* bandara; Batam (BTH), Jakarta (CGK), Bali (DPS), Majalengka (KJT), Deli Serdang (KNO), Surabaya (SUB), Makassar (UPG), dan Kulonprogo (YIA) (*Manado akan menjadi yang ke-9 setelah pembangunan *rapid exit taxiway* selesai). Dengan kata lain, sebagian besar bandara-bandara yang ada di Indonesia memiliki potensi peningkatan kapasitas jika di masa yang akan datang direncanakan dan dibangun *parallel taxiway* dan *rapid exit taxiway*.



Berdasarkan data di atas, dapat disimpulkan bahwa masih banyak sekali bandara-bandara yang berpotensi untuk ditingkatkan kapasitasnya melalui ekstensifikasi infrastruktur berupa *parallel taxiway* dan *rapid exit taxiway* (RET). Peningkatan signifikan yang dapat dijadikan contoh adalah Bandar Udara Internasional Zainuddin Abdul Majid – Lombok, Praya (LOP) saat melayani puncak lalu-lintas sebanyak 198 pergerakan pesawat (sumber: AMC SHEET Bandara Lombok) di tanggal 21 Maret 2022 dalam rangka penyelenggaraan MotoGP *series* di Lombok. Untuk menangani hal tersebut, diperlukan investasi dalam peningkatan kapasitas dan fasilitas bandara (Isri and Syaputra 2024). Selain MotoGP, bandara Lombok juga

merupakan salah-satu penyelenggaraan kegiatan penerbangan haji tahunan yang didesain mampu menampung beberapa pesawat berbadan lebar.

Bandar Udara Internasional Sultan Mahmud Badaruddin II – Palembang (PLM) merupakan bandara yang memiliki panjang landasan tunggal 3000 meter dengan lebar 45 meter. Bandara ini dilengkapi *parallel taxiway* dengan lima *exit taxiway* bersudut 90°. Namun demikian bandara ini belum dilengkapi *rapid exit taxiway*.



Gambar 1: Layout landasan dan taxiway Bandara SMB II (PLM)

Dalam kondisi normal, berdasarkan penelitian sebelumnya di dalam jurnal “*Analysis of Saturated Capacity on the Runway Based on Advisory Circular 150/5060-5 As a Study Material for Airport Management Learning*” (Oka et al. 2022) menyebutkan bahwa angka rata-rata dalam operasional bandara SMB II – Palembang (PLM) adalah sebagai berikut: pesawat *Class A* (*wake turbulence class – small*) sebanyak 7,3%, *Class C* (*wake turbulence class – medium/large*) 91,2%, helikopter 0,8%, dan data invalid yang disebabkan tidak lengkapnya data tipe pesawat sebanyak 0,2%. Rata-rata ini diperoleh dengan mengkomputasikan data pergerakan pesawat di tahun 2018 – 2020.

Year	CLASSIFICATION					MI
	A	C	D	helicopter	Invalid	
2018	6.8	91.8	0.5	0.7	0.2	93.4
2019	4.7	93.8	0.6	0.8	0.2	95.5
2020	10.3	88.0	0.3	1.1	0.4	88.8
Average	7.3	91.2	0.5	0.8	0.2	92.6

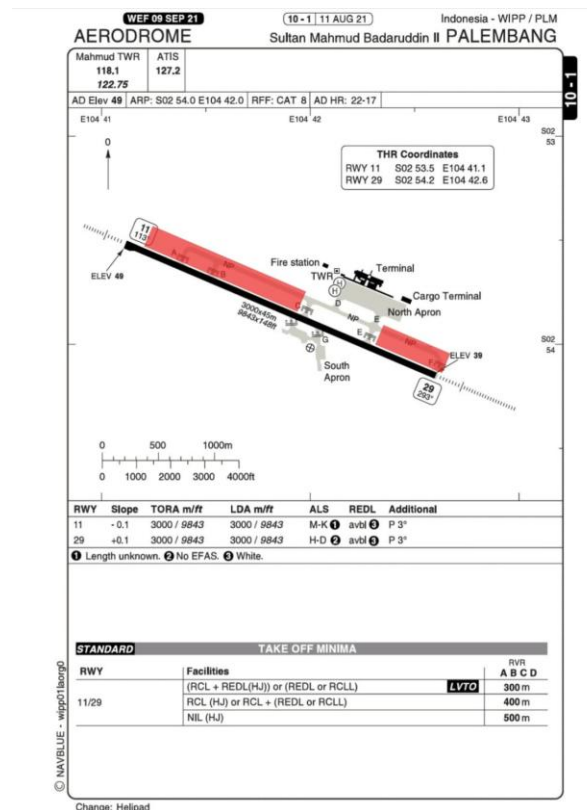
Source: Analysis Results, 2021

Dari rata-rata tersebut, Langkah selanjutnya adalah menentukan kalkulasi *exit factor* landasan dari kedua arah (FAA 1983). Karena letak *exit taxiway* antara landasan pacu 11 dan landasan pacu 29 berbeda. Jumlah *exit taxiway* untuk landasan pacu 11 yang sesuai kriteria berjumlah 3, sementara *exit taxiway* untuk landasan pacu 29 yang sesuai kriteria hanya berjumlah 2 (Oka et al. 2022). Kemudian diketahui hasil akhir saturasi kapasitas per jam landasan dari kedua arah dengan rata-rata sejumlah 51 pergerakan VFR per jam dan 48 pergerakan IFR per jam. Kapasitas landasan pacu 11 secara matematis mempunyai angka yang lebih tinggi dibandingkan landasan pacu 29 karena mempunyai *exit factor* lebih banyak (Oka et al. 2022). (lihat tabel di bawah!)

Runway Capacity Per Hour							
Runway	T	Cb		E		C	
		VFR	IFR	VFR	IFR	VFR	IFR
11	1	57	54	0.94	0.9	53.6	49.7
29	1	57	54	0.88	0.9	50.2	46.4
Average						51.9	48.1

Source: Analysis Results, 2021

Saat *parallel taxiway* (NP) tidak dapat digunakan, maka *exit taxiway* yang tersedia menuju apron hanyalah *taxiway C* dan *taxiway E*. Kondisi ini mensimulasikan bagaimana tidak adanya *parallel taxiway* berpengaruh kepada kapasitas landasan. Pesawat yang akan tinggal landas dari landasan pacu 29 akan memerlukan manuver *enter back-track* sejauh 680 m dari *taxiway E* dan memerlukan manuver *enter back-track* sejauh 1720 m dari *taxiway C* menuju ujung landasan pacu 11. Sementara pesawat yang mendarat di landasan pacu 29 akan memerlukan manuver tambahan hingga ujung landasan sejauh 815 m (*taxiway B* tidak tersedia), melakukan manuver berputar 180° dan berjalan di landasan sejauh 1720 m sebelum keluar melalui *taxiway C*. Sebaliknya jika pesawat mendarat di landasan pacu 11, maka dapat langsung keluar landasan melalui *taxiway E* (2320 m dari *threshold*). (Lihat **Gambar 1** dan **Gambar 2!**).



Gambar 2: simulasi parallel taxiway tidak digunakan

Untuk mengetahui waktu tambahan yang dibutuhkan pesawat ketika tidak tersedianya parallel taxiway, langkah awalnya adalah dengan menghitung kecepatan rata-rata pesawat saat bermanuver di landasan pacu, asumsi waktu memutar balik 180° di turning pad dan mengkalikannya dengan jarak yang dibutuhkan pesawat sampai exit taxiway. Berdasarkan Flight Crew Training Manual B737 dikatakan bahwa maksimum kecepatan saat ground maneuvering adalah 30 knots, dari angka ini kita dapat asumsikan rata-rata kecepatan pesawat adalah 25 knots termasuk akselerasi dan deselerasinya. Jika dikonversikan ke satuan metrik akan didapat angka 12,9 meter per detik. Sementara waktu yang dibutuhkan untuk memutar balik dapat diasumsikan selama 25 detik.

Dari kalkulasi ini, kita dapat mensimulasikan waktu tambahan yang dibutuhkan pesawat yang mendarat di landasan pacu 29, menuju *turning pad* di ujung landasan, dan memutar balik berjalan menuju *taxiway C* sebagai berikut:

1. Karena dengan adanya *parallel taxiway* yang memungkinkan pesawat keluar landasan di *taxiway B* (lihat **Gambar 1**), maka asumsi titik awal tambahan waktu dapat dihitung dari jarak antara *taxiway B* ke *threshold* landasan pacu 11, yaitu 815

- meter. Dengan menggunakan rata-rata kecepatan pesawat bermanuver di landasan 12,9 meter per detik, maka waktu yang dibutuhkan adalah 63 detik (pembulatan).
2. Asumsi waktu yang dibutuhkan untuk memutar balik 180° adalah 25 detik.
 3. Jarak yang dibutuhkan pesawat saat berjalan dari threshold landasan pacu 11 menuju taxiway C adalah 1720 meter (lihat **Gambar 1**). Dengan rata-rata kecepatan pesawat bermanuver di landasan 12,9 meter per detik, maka waktu yang dibutuhkan adalah 133 detik (pembulatan).
 4. Langkah akhir untuk mengetahui waktu tambahan yang dibutuhkan adalah dengan menjumlahkan hasil hitung dari tiga Langkah di atas: $63 + 25 + 133 = 122$ detik (2 menit 2 detik).

Jika setiap pesawat yang mendarat di landasan pacu 29 membutuhkan waktu tambahan selama 122 detik sampai pesawat keluar landasan, maka apabila kapasitas landasan rata-rata adalah 48 pergerakan IFR dalam kondisi normal, artinya satu pesawat membutuhkan waktu selama 75 detik berada di landasan. Dengan mengasumsikan lalu-lintas pesawat yang tinggal landas dan mendarat dengan rasio perbandingan 50:50, didapat angka rata-rata kapasitas landasan sebesar 33 pergerakan IFR. Rata-rata kapasitas landasan ini berkurang sejumlah 15 pergerakan per jamnya dibandingkan ketika *parallel taxiway* tersedia dan dapat digunakan, atau turun sebesar 31,25%.

Simulasi 2

Salah satu langkah untuk meningkatkan kapasitas landasan adalah dengan dibangunnya *rapid exit taxiway* (RET) yang dapat mereduksi waktu yang dibutuhkan pesawat bermanuver di landasan atau biasa disebut *Minimum Runway Occupancy Time*. RET didesain untuk mengalihkan sebagian proses deselerasi pesawat yang mendarat dilakukan di luar landasan. Dengan sudut hanya 30° dari garis tengah landasan dan radius sejauh 1400 ft, pesawat dimungkinkan untuk keluar landasan dengan kecepatan 60 mil/jam (ICAO 1999)(Horojeff et al. 2010).

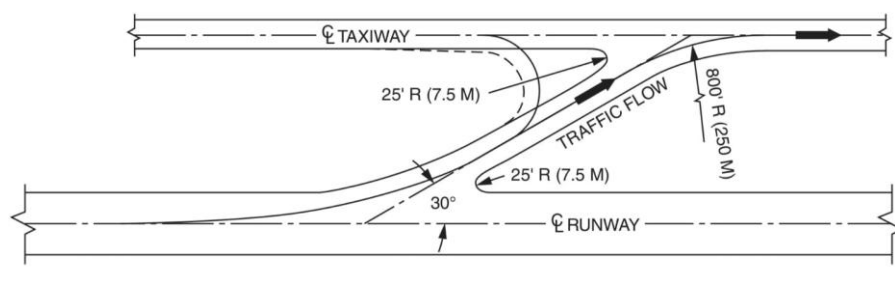
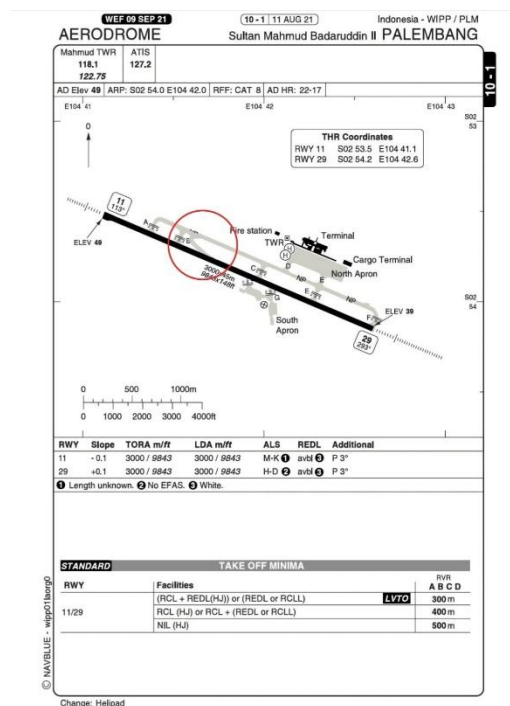


FIGURE 6-34 High-speed exit taxiway.

Jika infrastruktur ini ditambahkan untuk melengkapi fasilitas sisi udara di Bandara Internasional Sultan Mahmud Badaruddin II – Palembang (PLM), maka RET yang mempunyai formulasi letak standard yang mengacu kepada *Aerodrome Design And Operations*, ICAO akan berada di antara *taxiway C* dan *taxiway B*. Atau setidaknya 6400 ft dari *threshold* landasan pacu 29, dengan kata lain jika menggunakan satuan metrik yaitu 1950 meter. (Lihat **Gambar 3!**)

Cahaya Purnama Rahman, Marheindranata Septian, Tigor Pancasakti, Vika Ananda

Efisiensi Operasional Dengan Adanya Rapid Exit Taxiway Dan Parallel Taxiway Di Bandara-Bandara Di Indonesia



Type of Aircraft	Touchdown Speed, kn	Exit Speed, mi/h	
		60	15
Small propeller			
GA single engine	60	2,400	1,800
GA twin engine	95	2,800	3,500
Large jet	130	4,800	5,600
Heavy jet	140	6,400	7,100

TABLE 6-24 Approximate Taxiway Exit Location from Threshold, ft

Gambar 3: simulasi letak tambahan RET

Seperti yang telah diuraikan pada pendahuluan di atas, *runway occupancy time* di bandara yang dilengkapi dengan rapid exit taxiway adalah 35 – 45 detik. Sementara itu, Bandar Udara Internasional Sultan Mahmud Badaruddin II – Palembang (PLM) saat ini akan mempunyai rata-rata *runway occupancy time* 45 – 60 detik. Dapat dikatakan bahwa bandara yang tidak dilengkapi oleh *rapid exit taxiway* akan membuat pesawat berada lebih lama di landasan kurang-lebih 25 detik. Apabila mengasumsikan lalu-lintas pesawat yang tinggal landas dan mendarat dengan rasio perbandingan 50:50, maka pergerakan pesawat di bandara SMB II (PLM) akan meningkat dari semula 48 pergerakan IFR menjadi 60 pergerakan IFR jika dilengkapi *rapid exit taxiway*. Penambahan ini setara dengan 12 pergerakan IFR atau 20% kapasitas landasan.

Dari **Simulasi 1** yang menunjukkan bahwa pesawat memerlukan waktu tambahan rata-rata sebanyak 122 detik, dapat diartikan bahwa bahan bakar yang dibutuhkan akan lebih banyak dan biaya operasional yang berkaitan dengan jam terbang pesawat seperti *crew allowance*, *aircraft frame age cycle*, dan *engine life maintenance* juga akan bertambah. Jika mengacu kepada *Flight Plan Performance Manual B737-800* yang menyebutkan kebutuhan bahan bakar untuk manuver di darat adalah 12 kg per menit, maka dapat diartikan bahwa anggaran bahan bakar dengan kadar densitas 0,780 memerlukan tambahan sebanyak Rp.446.590,13* per penerbangan ke Palembang (*data harga dari Pertamina Aviation untuk tanggal 1 – 31 Januari 2025; Rp.14.546,91 per liter). Adapun variabel *crew allowance* dan yang lainnya akan menyesuaikan model operasional masing-masing operator. Asumsi terburuk dapat dikondisikan ketika pesawat lain harus *holding* selama 122 detik sebelum mendarat karena menunggu pesawat yang telah mendarat untuk berjalan ke ujung landasan, memutar balik di

turning pad, dan berjalan menuju *exit taxiway*. Kebutuhan bahan bakar tambahan untuk *holding* tersebut jika mengacu kepada sumber yang sama, yaitu pada ketinggian 1500 ft dan berat 65 ton akan mencapai $50,4 \text{ liter} \times \text{Rp.14.546,91} = \text{Rp.733.562,12}$ per penerbangan ke Palembang.

Sementara dari **Simulasi 2** yang menunjukkan bahwa pesawat akan memerlukan waktu lebih singkat sekitar 25 detik saat tersedianya *rapid exit taxiway* akan mengurangi beban operasional dengan konsekuensi logis yang sama. Jika dikonversikan dengan kebutuhan bahan bakar 12 kg per menit, maka penghematan bahan bakar yang diperoleh dengan asumsi kadar densitas 0,780 adalah sebanyak Rp.93.100,22 per penerbangan ke Palembang.

SIMPULAN

Dengan melakukan pengumpulan data dan dua simulasi pada Bandar Udara Internasional Sultan Mahmud Badaruddin II – Palembang (PLM), maka kita dapat mengetahui bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam kapasitas pergerakan pesawat antara kondisi ketika bandara dilengkapi *parallel taxiway* dan *rapid exit taxiway* dengan bandara yang hanya dilengkapi dua *taxiway* sebagai pintu keluar-masuk landasan. Potensi peningkatan kapasitas landasan dimungkinkan sebesar 31,25% jika bandara-bandara di Indonesia nantinya dilengkapi *parallel taxiway* dan masih memiliki ruang untuk ditingkatkan lebih jauh sebanyak 20% jika dilengkapi dengan *rapid exit taxiway*. Peningkatan kapasitas landasan, dapat berarti bahwa bandar udara akan mengakomodasikan lebih banyak pesawat yang datang dan berangkat, sehingga pendapatan operasional secara linear juga akan meningkat.

Dengan adanya *parallel taxiway* dan *rapid exit taxiway*, operator juga dapat merasakan manfaat efisiensi dalam operasional penerbangan. Berdasarkan simulasi yang dilakukan pada Bandar Udara Internasional Sultan Mahmud Badaruddin II – Palembang (PLM) dengan perhitungan performa pesawat B737-800, potensi penghematan bahan bakar per penerbangan secara akumulatif dapat mencapai Rp.826.662 per penerbangan. Efisiensi lainnya dapat dihitung dengan melibatkan variabel-variabel lainnya yang disesuaikan dengan model bisnis masing-masing operator meliputi–tetapi tidak terbatas pada–*crew allowance*, *aircraft frame age cycle*, dan *engine life maintenance*. Di samping itu, berkurangnya bahan bakar yang dibutuhkan juga berarti berkurangnya residu berupa jejak gas karbon di udara sehingga dapat dikatakan bahwa efisiensi dalam operasional penerbangan berarti penerbangan yang lebih ramah lingkungan.

Simulasi 1 dan **Simulasi 2** yang dilakukan di Bandar Udara Internasional Sultan Mahmud Badaruddin II – Palembang (PLM) mempunyai kemiripan pola *aerodrome* dengan bandara-bandara domestik lainnya di Indonesia. Namun demikian, pihak pengelola bandara-bandara domestik memerlukan investasi yang tidak sedikit untuk meningkatkan fasilitas dan kapasitas lalu-lintas udara. Tantangan ini bukan berarti bahwa opsi pengadaan infrastruktur tidak dapat dilakukan dengan bantuan pihak lainnya. Sehingga 70% bandara-bandara domestik yang ada di Indonesia ke depannya akan dilengkapi *parallel taxiway* dan *rapid exit taxiway* untuk meningkatkan efisiensi operasional.

DAFTAR PUSTAKA

- INACA. 2019. Towards the Half-Century of the National Aviation Industry-INACA Takes Action. Jakarta: Indonesia National Air Carriers Association.
- Airport Planning, Faa, and Environmental Division. n.d. AC 150/5060-5, Airport Capacity and Delay (Consolidated to Include Changes 1 and 2), 23 September 1983.
- ICAO. 1999. Aerodrome Standards, Aerodrome Design And Operations.
- Safrizal, Hetty Rohayani, Erick Fernando, Benni Purnama, Emny Yossy, Dendhy Wijaya, and Fauzi Khair. 2023. Analisa Dan Pemodelan Simulasi. CV HEI Publishing.
- Horojeff, Robert, Francis X. McKelvey, William J. Sproule, and Seth B. Young. 2010. Planning and Design of Airports, Fifth Edition. Fifth. McGraw Hill Companies.
- Isri, Hilim Maula, and Andi Syaputra. 2024. "Analisis Kebutuhan Personil Apron Movement Control Pada Event MotoGP Di Bandar Udara Internasional Zainuddin Abdul Madjid Lombok." Indonesian Journal of Aviation Science and Engineering 1(4):9. doi: 10.47134/pjase.v1i4.2795.
- Oka, I. Gusti Agung Ayu Mas, Dwi Chandra Yuniar, Dian Anggraini Purwaningtyas, and Nabilla Azzahra. 2022. "Analysis of Saturated Capacity on the Runway Based on Advisory Circular 150/5060-5 As a Study Material for Airport Management Learning." Journal of Innovation in Educational and Cultural Research 3(3):373–81. doi: 10.46843/jiecr.v3i3.120.
- Safrilah, and J. C. P. Putra. 2017. "Review Study on Runway Capacity Parameters and Improvement." in IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 209. Institute of Physics Publishing.
- Taherdoost, Hamed. 2021. Data Collection Methods and Tools for Research; A Step-by-Step Guide to Choose Data Collection Technique for Academic and Business Research Projects Hamed Taherdoost. Data Collection Methods and Tools for Research; A Step-by-Step Guide to Choose Data Collection Technique for Academic Data Collection Methods and Tools for Research; A Step-by-Step Guide to Choose Data Collection Technique for Academic and Business Research Projects. Vol. 2021.
- Zografos, Konstantinos G., Miltos A. Stamatopoulos, and Amedeo R. Odoni. n.d. AN ANALYTICAL MODEL FOR RUNWAY SYSTEM CAPACITY ANALYSIS.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).