

Studi Alternatif Pengembangan Penggunaan Apron dan Taxiway pada Terminal Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar

Hendra¹, Muhammad Yunus B.², Lambang Basri Said³, Asma Massara⁴, Alimin Gecong⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia

Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231

Email: ¹hendra_sipil07@yahoo.com; ²yunhuz227@yahoo.com; ³lambangbasri.said@umi.ac.id;

⁴asma.massara@umi.ac.id; ⁵alimin.gecong@umi.ac.id

ABSTRAK

Pesatnya pertumbuhan angkutan udara di Sulawesi Selatan dipandang perlu untuk adanya efisiensi dalam penggunaan fasilitas-fasilitas seperti apron dan taxiway. Dengan efisiensi pemanfaatan apron dan taxiway diharapkan mampu mengoptimalkan jumlah pesawat terbang yang dapat dilayani pada ruang ini yang tentunya akan meningkatkan kinerja operasional dan pelayanan bandar udara hingga di masa mendatang. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kuantitas pergerakan pesawat terbang yang membutuhkan penggunaan apron utamanya pada waktu puncak di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dan mengevaluasi apakah apron dapat menampung pesawat terbang untuk proyeksi lima tahun ke depan. Dari hasil analisis diketahui bahwa kapasitas parking stand di apron saat ini sudah tidak mampu menampung volume pergerakan pesawat terbang untuk kondisi tahun rencana 5 tahun mendatang yang berjumlah 66 pergerakan pesawat terbang. Sedangkan kebutuhan parking stand di apron untuk tahun rencana 5 tahun mendatang adalah 64 parking stand dengan pembagian 21 parking stand untuk pesawat terbang kelas C, 17 parking stand untuk pesawat terbang kelas D, dan 26 parking stand untuk pesawat terbang kelas E, dengan lebar 288 m dan panjang 5857 m. Untuk exit taxiway membutuhkan jarak 4455 m agar pesawat terbang rencana Airbus A380-800 bisa landing.

Kata kunci : Optimasi apron, parking stand, dan taxiway.

ABSTRACT

The rapid growth of air transportation in South Sulawesi is deemed necessary for efficiency in the use of facilities such as aprons and taxiways. With the efficient use of the apron and taxiway, it is hoped that it will be able to optimize the number of aircraft that can be served in this space, which will certainly improve operational performance and airport services in the future. This study aims to calculate the quantity of aircraft movements that require the use of the main apron at peak times at Sultan Hasanuddin International Airport Makassar and evaluate whether the apron can accommodate aircraft for the next five years projection. From the results of the analysis, it is known that the current parking stand capacity on the apron is no longer able to accommodate the volume of aircraft movements for the next 5-year plan year, which amounts to 66 aircraft movements. Meanwhile, the need for parking stands on the apron for the next 5 years plan is 64 parking stands with the distribution of 21 parking stands for C class aircraft, 17 parking stands for D class aircraft, and 26 parking stands for E class aircraft, with a width of 288 m. and a length of 5857 m. the exit taxiway requires a distance of 4455 m so that the Airbus A380-800 aircraft can land.

Keywords: Apron optimization, parking lots, and taxiways.

Studi Alternatif Pengembangan Penggunaan Apron dan Taxiway pada Terminal Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Transportasi udara saat ini dinilai relatif lebih unggul daripada moda darat dan laut utamanya ditinjau dari aspek jarak dan waktu tempuh perjalanan (Aksa, 2014). Artinya, jika yang menjadi pertimbangan utama penumpang dalam memilih moda adalah waktu tempuh yang paling singkat, maka transportasi udara akan menjadi pilihan. Kebutuhan pergerakan yang semakin pesat menuntut angkutan yang tidak hanya dinilai dari kapasitas angkut namun juga dari segi kecepatan, dimana tuntutan inilah yang membuat permintaan akan transportasi udara melejit dari waktu ke waktu (Baiq Setiani, 2015).

Dengan lokasi yang strategis sebagai titik simpul pergerakan di kawasan timur Indonesia, Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar kian berkembang pesat seiring dengan perkembangan aktivitas ekonomi dan sosial di Indonesia bagian timur terutama di Sulawesi Selatan (Khaerunnisa, 2017). Tiap harinya bandara ini sibuk sebagai pusat pelayanan penumpang dan angkutan kargo dan memegang peran krusial sebagai pusat pengembangan wilayah untuk ruang spasial di sekitar bandara.

Jumlah penumpang dengan tren peningkatan dari hari ke hari menjadikan operasional Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin selalu sibuk, termasuk aktivitas penggunaan apron dan taxiway. Tingginya intensitas penggunaan apron dan taxiway bisa menciptakan waktu tunggu dimana pesawat terbang membutuhkan ruang fasilitas ini dalam waktu yang bersamaan (Pakan, 2014).

Dengan tingginya aktivitas pada apron dan taxiway menjadi urgensi pengaturan jadwal operasional pesawat terbang secara spesifik bagi para pengelola bandara (Sari, 2018). Selain

penjadwalan yang ketat, upaya efisiensi penggunaan apron dan taxiway juga perlu ditempuh agar pesawat terbang yang menggunakan apron bisa dioptimalkan dan meningkatkan kinerja operasional bandar udara tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapakah jumlah pergerakan pesawat terbang yang menggunakan apron pada waktu puncak di Bandar Udara Internasional Hasanuddin Makassar?
2. Apakah jumlah *parking stand* pada apron di Bandar Udara Internasional Hasanuddin Makassar saat ini masih mencukupi untuk kebutuhan 5 tahun mendatang?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menghitung jumlah pergerakan pesawat terbang yang menggunakan apron pada waktu puncak di Bandar Udara Internasional Hasanuddin Makassar
2. Meproeksi kecukupan jumlah *parking stand* pada apron di Bandar Udara Internasional Hasanuddin Makassar untuk kebutuhan 5 tahun mendatang.

1.4 Batasan Masalah

Berikut adalah beberapa batasan dalam penyajian studi optimasi Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar:

1. Studi ini hanya mengkaji penggunaan apron dan *exit taxiway*.
2. Studi ini membahas jalur keberangkatan dan kedatangan pada terminal internasional dan domestik Bandar Udara internasional Sultan Hasanuddin Makassar.
3. Tidak membahas tentang landasan pacu (*runway*), gedung terminal, maupun ATC.
4. Tidak dikaji mengenai saluran drainase, pemarkaan dan perlampuan.

5. Aspek struktur gedung dan perkerasan bandar udara, tidak dibahas.

1.5 Studi Area

Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar terletak di batas Kabupaten Maros dan Kota Makassar. Berdasarkan data dari PT. Angkasa Pura I (Persero), kondisi bandara ini yaitu :

- a. Luas area 817,532 Ha.
- b. Luas *exit taxiway* 50.755 m² (dengan jumlah Lima buah *exit taxiway* dengan sudut dan jarak yang bervariasi. *Exit taxiway* pertama (N1), ketiga (N3), dan keempat (N6) merupakan *exit taxiway* bersudut 90⁰. Sementara *exit taxiway* kedua (N2) dan kelima (N7) merupakan *exit taxiway* bersudut 30⁰).
- c. Luas Apron 69.147 m² (dengan posisi parker pesawat terbang menggunakan system linear *nose-in*).

2. Metode Penelitian

2.1 Survei Pendahuluan

Survei ini dilakukan dengan tujuan untuk secara langsung memantau kondisi dan kegiatan operasional harian di lapangan, khususnya pemakaian apron dan *exit taxiway* oleh pesawat terbang saat jam puncak dihari puncak. Lokasi pengamatan dilakukan di AMC dan ATC.

2.2 Pengumpulan Data.

2.2.1 Data Primer.

Meliputi pencatatan distribusi penggunaan *exit taxiway* dan penggunaan apron pada waktu puncak.

2.2.2 Data Sekunder.

Data yang diperoleh dari PT. Angkasa Pura I (Persero) Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar, meliputi:

- 1) Jenis pesawat terbang dan karakteristiknya.
- 2) *Layout* Bandara
- 3) Jadwal penerbangan rencana

- 4) Volume jumlah pergerakan pesawat terbang pada waktu puncak
- 5) Daftar *delay*
- 6) Daftar durasi parkir

2.3 Metode Analisis Data

Pada tahap analisa data ada beberapa analisa yang akan di lakukan, yaitu:

1. Analisa Kapasitas Apron Dan *Exit Taxiway* Pada Jam Puncak.
Pada analisa ini akan dibahas kondisi eksisting dari apron dan *exit taxiway* yang ada saat ini saat jam puncak. Analisa ini meliputi lama pemakaian *parking stand*, jumlah pergerakan pesawat terbang, distribusi penggunaan *exit taxiway* serta kapasitas *parking stand* yang mampu ditampung oleh apron.
2. Prediksi Penggunaan Apron Dan *Exit Taxiway* Pada Masa Mendatang,
Pada analisa ini akan dibahas peramalan pertumbuhan lalu lintas untuk jangka waktu 5 tahun mendatang. Dari peramalan ini kemudian akan dibandingkan dengan kapasitas *parking stand* yang ada, apakah masih dapat menampung pesawat terbang di apron dan apakah *exit taxiway* dapat digunakan secara cepat dari apron ke *runway* atau sebaliknya

2.4 Tahap Optimalisasi Apron dan *Exit Taxiway*.

Tahap ini merupakan tahap pemecahan masalah yang timbul karena adanya penambahan jumlah arus pergerakan pesawat terbang, jumlah kapasitas penggunaan apron, maupun jumlah pemakaian *parking stand* maupun penggunaan *exit taxiway*.

Apabila kapasitas apron dan *exit taxiway* tidak optimal melebihi kapasitas yang ada sekarang maka solusi yang dilakukan adalah mengusulkan konfigurasi *parking stand*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Spesifikasi Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar

Secara umum Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar memiliki spesifikasi seperti pada Tabel 1. berikut:

Tabel 1 Spesifikasi Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar

Klasifikasi Bandar udara	Kelas I (satu)
Elevasi	47 feet (14 m di atas permukaan laut)
Kode ICAO/IATA	UPG/WAAA
Jam operasi	16 Jam
Luas Bandar udara	817,532 Ha 69.147 m ² 5 <i>Wide Body</i> (WB) 16 <i>Narrow Body</i> (NB)
Luas apron	4 CN-212 2 MD-82 2F-27 3 CN-235
Nomer <i>runway</i>	03-21
Dimensi <i>runway</i>	3100 m x 45 m
Jumlah <i>exit taxiway</i>	5 (lima)

3.2 Spesifikasi Pesawat Rencana Airbus A380-800

Dalam penulisan penelitian di rencanakan menggunakan pesawat terbang rencana A380-800, pada Tabel 4.2. merupakan spesifikasi *Airbus A380-800* yang didapat dari *Airplane Characteristics Airbus 380*.

3.3 Apron

Selain *runway*, apron merupakan ruang vital untuk kelangsungan pergerakan pesawat terbang karena menjadi hub pergerakan antara penumpang dan pesawat terbang, tempat untuk pesawat terbang parkir dan persiapan hingga pesawat terbang siap untuk berangkat ke tujuan dan menjadi ruang untuk para penumpang bisa naik dan turun dari pesawat terbang .

Untuk menentukan *turning radius* pesawat terbang group VI kategori E adalah

$$R = \left(\frac{79.75}{2} \right) + \left(\frac{36.85}{\text{tg } 60^\circ} \right) = 61.15 \text{ m}$$

dimana:

R = *Turning radius* pesawat terbang group VI kategori E

Berdasarkan kategori untuk jarak bebas antar pesawat terbang (C) menurut Dirjen Perhubungan Udara masing-masing pesawat terbang ditentukan berdasarkan Tabel 2.3. sebagai berikut :

$$C = 10 \text{ m}$$

Dimana :

C_E = Jarak jarak bebas pesawat terbang dengan pesawat terbang group VI kategori E.

Pada apron Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dibagi menjadi dua bagian yaitu apron domestik dan apron internasional, tetapi kondisi eksisting apron Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar saat ini antara apron domestik dengan apron internasional menjadi satu dengan lebar 124 m dan panjang 1036.5 m yang terdiri dari 24 *parking stand* yang digunakan untuk pesawat terbang jenis *wide body* sebanyak 7 *parking*

stand dan narrow body sebanyak 17 parking stand.

Dalam studi ini pemakaian apron didesain menggunakan pesawat terbang group VI kategori E yaitu pesawat terbang Airbus A380-800, maka jumlah parking stand yang dibutuhkan berdasarkan persamaan 2.7. adalah :

$$N = \frac{\text{Panjang Apron}}{(2R+C)} = \frac{1036.5}{(2(61.15)+10)} = 7.8 = 8 \text{ parking stand}$$

Jadi kondisi eksisting parking stand apron Bandar Udara Internasional Sultan

Hasanuddin Makassar pada saat penelitian ini dilakukan hanya bisa menampung pesawat terbang untuk grup VI kategori E (Airbus A380-800) sebanyak 8 parking stand.

3.4 Perencanaan Letak Exit Taxiway

Perencanaan letak exit taxiway sangat ditentukan oleh kecepatan pesawat terbang sesaat sebelum melakukan pendaratan hingga berbelok ke exit taxiway. Kondisi eksisting letak exit taxiway dapat dilihat pada Gambar. Dimana letak exit taxiway yang dimaksud disini adalah jarak exit taxiway dari ujung runway.

Tabel 2 Kategori pesawat terbang berdasarkan kecepatan menurut FAA (*federal aviation administration*)

Kategori Pesawat Terbang	Kecepatan Pendaratan	Kecepatan Touchdown	Tipe Pesawat Terbang
A	< 91 knots (169 km/jam)	Lihat b >	Convair 240, DC 3, DHC 7.
B	91 knots (169 km/jam) s/d 121 knots (222 km/jam)	97 knots (180 km/jam)	Convair 600, DC 6, Fokker 27, Fokker 28, Fokker 100, Viscount 800, HS 748 Series 2A.
C	121 knots (222 km/jam) s/d 141 knots (259 km/jam)	120 knots (222 km/jam)	A 300, A310, B 707-320, DC 9, MD 82, B 707-420, B 727, B 737, B 767, BAC 111.
D	141 knots (261 km/jam) s/d 166 knots (308 km/jam)	140 knots (259 km/jam)	B 747, MD 11, DC 10, L 1011, A 340, TU 154, IL 62M, DC 8-61, DC 8-63, B 707-200.
E	166 knots (308 km/jam) s/d -	140 knots (259 km/jam)	Pesawat terbang masa depan (A380-800)

Sumber: FAA

Tabel 3 Jarak total dari ujung runway ke lokasi exit taxiway (S) terkoreksi.

Kategori Pesawat Terbang	Total		
	Sudut 30 ⁰ (m)	Sudut 45 ⁰ (m)	Sudut 90 ⁰ (m)
A	527	719	851
B	1418	1609	1741
C	1935	2126	2258
D	2877	3069	3201
E	4132	4323	4455

3.5 Peramalan Jumlah Pergerakan Pesawat Terbang.

Proyeksi pertumbuhan transportasi udara menjadi krusial salah satunya agar industri manufaktur dapat memperoleh gambaran dalam antisipasi jumlah kebutuhan pesawat terbang dan pengembangan baru jenis pesawat terbang di masa mendatang. Selain itu, peramalan pertumbuhan pergerakan

pesawat terbang menjadi panduan untuk maskapai penerbangan merumuskan rencana jangka panjang untuk pengadaan sumber daya baik perlengkapan maupun SDM. Peramalan ini juga penting agar Pemerintah Pusat mampu merancang fasilitas bandara yang perlu disiapkan baik untuk kebutuhan penerbangan domestik maupun internasional.

Studi Alternatif Pengembangan Penggunaan Apron dan Taxiway pada Terminal Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar

Tabel 4 Pergerakan Pesawat Terbang di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar Pada 5 Tahun Mendatang.

Tahun	peak month	peak day	peak hour
2018	12206	403	36
2019	14236	470	42
2020	16644	549	49
2021	19430	641	57
2022	22594	746	66

3.6 Kebutuhan Parking Stand Apron Pada Kondisi 5 Tahun Mendatang.

Jika dilihat dari kondisi apron yang ada saat ini, maka dengan jumlah pergerakan pesawat terbang yang terjadi 5 tahun mendatang kondisi *parking stand* apron sekarang sudah tak mampu menampung pesawat terbang yang *parking* di apron. Maka solusi yang perlu dilakukan adalah merubah konfigurasi *parking stand* pesawat terbang kategori C dan D yang telah ada menggunakan pesawat terbang rencana Group VI kategori E (*Airbus A380-800*) dengan perbandingan 25 *parking stand* untuk pesawat terbang kelas C, 20 *parking stand* untuk pesawat terbang kelas D, dan 21 *parking stand* untuk pesawat terbang kelas E (*Airbus A380-800*).

Maka :

$$G = \frac{25 \times 0.67}{0.8} = 20.9 = 21 \text{ Parking stand}$$

(untuk pesawat terbang kelas C)

$$G = \frac{20 \times 0.67}{0.8} = 16.7 = 17 \text{ Parking stand}$$

(untuk pesawat terbang kelas D)

$$G = \frac{21 \times 1}{0.8} = 26.2 = 26 \text{ Parking stand}$$

(untuk pesawat terbang kelas E)

Jadi total kebutuhan *parking stand* di apron dalam lima tahun mendatang adalah $21 + 17 + 26 = 64 \text{ parking stand}$.

Kebutuhan parking stand pada tahun 2016.

Lebar dan panjang apron untuk pesawat terbang kategori C adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Lebar Apron} &= L + C + W \\ &= 95 + 7.5 + 48.48 \\ &= 151 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang Apron} &= (N \times (2 \times R_C)) + (N \times C) \\ &= (21 \times (2 \times 23.19)) + (21 \times 7.5) \\ &= 1131 \text{ m} \end{aligned}$$

Lebar dan panjang apron untuk pesawat terbang kategori D adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Lebar Apron} &= L + C + W \\ &= 190 + 7.5 + 87.88 \\ &= 288 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang Apron} &= (N \times (2 \times R_D)) + (N \times C) \\ &= (17 \times (2 \times 34.08)) + (17 \times 7.5) \\ &= 1286 \text{ m} \end{aligned}$$

Lebar dan panjang apron untuk pesawat terbang group VI kategori E adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Lebar Apron} &= L + C + W \\ &= 190 + 10 + 87.88 \\ &= 288 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang Apron} &= (N \times (2 \times R_E)) + (N \times C) \\ &= (26 \times (2 \times 61.15)) + (26 \times 10) \\ &= 3440 \text{ m} \end{aligned}$$

3.7 Kapasitas Apron dan Exit Taxiway Pada Kondisi Eksisting dan Rencana

1) Apron Pada Kondisi Eksisting.

Menurut Edwark K. Morlok bahwa kapasitas di daerah apron adalah jumlah maximum pesawat terbang yang berada di apron selama waktu efektif pengoprasian penggunaan apron, persamaan yang dipakai adalah persamaan 2.1. sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C_t &= n \times O \\ \text{Maka : } C_t &= 24 \times ((60 + (2 \times 8.41)) / 60) \\ &= 30.7 = 31 \text{ pesawat/jam} \end{aligned}$$

Sedangkan beban parkir di apron menggunakan persamaan seperti berikut :

$$\begin{aligned} L &= A_n \times t_g \\ \text{Maka : } L &= 29 \times 1 \\ &= 29 \text{ pesawat/jam} \end{aligned}$$

Sehingga *loading ratio* yang didapat adalah menggunakan persamaan 2.3. sebagai berikut :

$$R = L / C_t$$

$$\text{Maka : } R = 29/31 \\ = 0.93 \%$$

2) Apron Pada Kondisi 5 Tahun Mendatang

Untuk perhitungan pada kondisi tahun rencana 2016 digunakan data dari hasil perhitungan peramalan dengan jumlah 40 pergerakan pesawat terbang perjam, persamaan yang digunakan untuk kapasitas apron adalah sebagai berikut

$$C_t = n \times O$$

$$\text{Maka : } C_t = 64 \times ((60 + (2 \times 8.41)) / 60) \\ = 81.9 = 82 \text{ pesawat/jam}$$

Sedangkan beban parkir di apron menggunakan persamaan 2.2. seperti berikut

$$L = A_n \times t_g$$

$$\text{Maka : } L = 66 \times 1 \\ = 66 \text{ pesawat/jam}$$

Sehingga *loading ratio* yang didapat adalah menggunakan persamaan 2.3. sebagai berikut :

$$R = L / C_t$$

$$\text{Maka : } R = 66/82 \\ = 0.8 \%$$

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Berikut hal-hal yang dapat disimpulkan dalam penelitian ini:

1. Jumlah pergerakan pesawat terbang kondisi eksisting pada waktu puncak di apron adalah 32 pergerakan, dan hasil proyeksi untuk kondisi 5 tahun mendatang sebanyak 66 pergerakan.
2. Dalam lima tahun mendatang, penggunaan *parking stand* pada apron di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar sudah tidak bisa dilayani dengan maksimal, karena untuk kondisi eksisting hanya sebanyak 24 *parking stand* (data PT. Angkasa Pura I), sedangkan dalam perhitungan jumlah *parking stand* untuk rencana lima tahun mendatang Bandara membutuhkan 64 *parking stand* dengan pembagian 21 *parking stand* untuk pesawat terbang kelas C,

17 *parking stand* untuk pesawat terbang kelas D, dan 26 *parking stand* untuk pesawat terbang kelas E. Untuk bisa melayani pesawat terbang rencana *Airbus A380-800 landing*, maka jarak tiap *exit taxiway* di Bandara harus didesain ulang berdasarkan perhitungan pada Bab IV, dengan jarak 4455 m untuk *exit taxiway* bersudut 90⁰.

4.2. Saran

1. Penelitian lanjutan disarankan dengan juga mengkaji kapasitas *runway* dalam optimasi *taxiway*, juga perlu adanya studi tentang kebutuhan *gate* berdasarkan penumpang untuk perbandingan kebutuhan *parking stand* di apron, dan data-data primer yang dibutuhkan harus ditambah tentang *peak hour* selama sehari dalam satu minggu.
2. Solusi pengaturan kebutuhan penggunaan apron dan *taxiway* di waktu puncak adalah pengaturan kembali jadwal penerbangan agar pergerakan dapat terdistribusi merata dan tidak hanya terkonsentrasi pada satu jam puncak. Penyebaran *peak hour* ini dapat menghasilkan kinerja apron yang lebih baik dalam lima tahun mendatang.

Daftar Pustaka

- Aksa, S. K. (2014). Sistem Jaringan Pelayanan dan Prasarana Transportasi di Kabupaten Mappi Provinsi Papua. *Warta Penelitian Perhubungan*, 26(4), 215–227.
- Baiq Setiani. (2015). Prinsip-Prinsip Pokok Pengelolaan Jasa Transportasi Udara. *Jurnal Ilmiah Widya*, 3(2), 103–109.
- Khaerunnisa, K. (2017). *Pengaruh Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin terhadap Pengembangan Spasial di Sekitarnya*. UIN Alauddin Makassar.

Studi Alternatif Pengembangan Penggunaan Apron dan Taxiway pada Terminal Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar

Pakan, W. (2014). Faktor Penyebab Kecelakaan Penerbangan Di Landas Pacu. *Warta Penelitian Perhubungan*, 26(3), 169–176. <https://doi.org/10.25104/warlit.v26i3.879>

Sari, S. A. F. (2018). *Analisis Dampak on Time Performance (OTP) (Studi pada Keterlambatan Jadwal Penerbangan di Bandar Udara Internasional Adisutjipto, Yogyakarta)*. Universitas Brawijaya.