

Penghitungan VTT Dalam Mendukung Penerapan A-CDM di Bandara Internasional Kualanamu

Calculation of VTT to Support the Implementation of A-CDM at Kualanamu International Airport

Tiara Sylvia¹⁾, Morits Sony²⁾, Inda Tri Pasa³⁾

^{1,3}Politeknik Penerbangan Medan Jl. Penerbangan No.85 P. Bulan Medan, Indonesia

²Perum LPPNPI Cabang Kualanamu Deli Serdang, Indonesia

tiarasylvia@gmail.com¹⁾, moritssony@gmail.com²⁾, indapasa@ymail.com³⁾

INFO ARTIKEL

Histori Artikel:

Diterima: 8 Februari 2021

Direvisi: 15 September 2021

Disetujui: 27 Desember 2021

Dipublikasi online: Desember 2021

Keywords:

A-CDM, runway, taxiway, VTT

Kata kunci:

A-CDM, runway, taxiway, VTT

Permalink/DOI:

<https://dx.doi.org/10.25104/wa.v47i2.410.151-162>

©2021 Puslitbang Transportasi Udara, Badanlitbang Perhubungan-Kementerian Perhubungan RI. This is an open access article under the CC BY-NCSA license <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

ABSTRACT / ABSTRAK

This study aims to: (1) calculate the variable taxi time at Kualanamu International Airport, Deli Serdang; (2) know the implementation of variable time taxi in A-CDM at Kualanamu International Airport, Deli Serdang. Variable time taxi is the estimated time that an aircraft spends taxiing between its parking stand and the runway or vice versa. In Airport Collaborative Decision Making (A-CDM) taxi time includes Actual taxi-In Time (AXIT) and Actual Take Off Time (ATOT). The research was conducted at Kualanamu International Airport, Deli Serdang for 2 (two) months. The population was aircraft traffic data during August and September 2020. This research was included in a quantitative descriptive study with data collection techniques through observation of traffic for departing and arriving aircraft at Kualanamu Airport. Meanwhile, the data analysis method used was descriptive statistics. The results of the study concluded that: (1) Calculating VTT in the application of A-CDM at Kualanamu International Airport, Deli Serdang can increase efficiency in traffic management; (2) The average AXIT on runway 05, the fastest is 4 minutes and the longest is 7 minutes; (3) The average AXIT on runway 23, the fastest is 3 minutes and the longest is 8 minutes; (4) The average AXOT on runway 05, the fastest is 8 minutes and the longest is 16 minutes; (5) The average AXOT on runway 23, the fastest is 10 minutes and the longest is 13 minutes; (6) The VTT calculation is affected by the position of parking stand of each aircraft.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menghitung *variable taxi time* di Bandara Internasional Kualanamu Deli Serdang; (2) mengetahui penerapan *variable time taxi* dalam A-CDM di Bandara Internasional Kualanamu Deli Serdang. *Variable Taxi Time* (VTT) adalah perkiraan waktu yang digunakan oleh pesawat untuk melakukan *taxi* antara tempat parkir dan landasan pacu atau sebaliknya. Dalam *Airport Collaborative Decision Making* (A-CDM) *taxi time* meliputi *Actual taxi-In Time* (AXIT) dan *Actual Take Off Time* (ATOT). Penelitian dilaksanakan di Bandar Udara Internasional Kualanamu Deli Serdang selama 2 (dua) bulan. Populasi penelitian adalah data *traffic* pesawat selama bulan Agustus dan September 2020. Penelitian ini termasuk dalam penelitian deskriptif kuantitatif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi terhadap lalu lintas penerbangan untuk keberangkatan dan kedatangan pesawat di Bandara Kualanamu. Metode analisis data yang dilakukan menggunakan statistik deskriptif. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa:

(1) Penghitungan VTT dalam penerapan A-CDM pada Bandara Internasional Kualanamu Deli Serdang dapat meningkatkan efisiensi dalam pengaturan traffic; (2) Nilai AXIT rata-rata menggunakan runway 05 tercepat 4 menit dan terlama 7 menit; (3) Nilai AXIT rata-rata menggunakan runway 23 tercepat 3 menit dan terlama 8 menit; (4) Nilai AXOT rata-rata menggunakan runway 05 tercepat 8 menit dan terlama 16 menit; (5) Nilai AXOT rata-rata menggunakan runway 23 tercepat 10 menit dan terlama 13 menit; (6) Perhitungan VTT dipengaruhi oleh letak posisi nomor parkir dari masing-masing pesawat.

PENDAHULUAN

Bandara Internasional Kualanamu merupakan bandara yang baru beroperasi pada tahun 2014, sebelumnya Bandara yang beroperasi di Provinsi Sumatera Utara yaitu Bandara Polonia Medan. Kapasitas Bandara Polonia tidak bisa menampung lebih banyak pesawat dan kondisi di sekitar bandara yang sudah padat pemukiman penduduk menjadikan alasan perlu dibangunnya Bandara Internasional Kualanamu yang berada jauh dari pemukiman dan dekat dengan laut sehingga dari segi keselamatan penerbangan dapat mengurangi dampak yang muncul jika terjadi kecelakaan pesawat di tengah masyarakat. Bandara Internasional Kualanamu mampu menampung 25 juta penumpang per tahun, luas terminal penumpang sekitar 6.5 hektar dan memiliki landasan pacu sepanjang 3.75 km yang dapat didarati oleh Airbus A380.

Salah satu stakeholder yang beroperasi di Bandara Internasional Kualanamu adalah Perum LPPNPI yang lebih dikenal dengan AirNav Indonesia. AirNav Indonesia merupakan penyedia jasa pelayanan navigasi penerbangan di Indonesia, dimana pelayanan penerbangan yang diberikan oleh seorang *Air Traffic Controller* (ATC) yaitu mulai dari pelayanan saat pesawat akan *start engine* sampai pesawat landing di Bandara tujuan. Penyelenggaraan pelayanan lalu lintas penerbangan mengacu pada PM 55 Tahun 2016 tentang Tata Navigasi Penerbangan Indonesia mempunyai tujuan: a. mencegah terjadinya tabrakan antarpesawat udara di udara; b. mencegah terjadinya tabrakan antar pesawat udara atau pesawat udara dengan halangan (*obstacle*) di daerah manuver (*maneuvering area*); c. memperlancar dan menjaga keteraturan arus lalu lintas penerbangan; d. memberikan petunjuk dan informasi yang berguna untuk keselamatan

dan efisiensi penerbangan; dan e. memberikan notifikasi kepada organisasi terkait untuk bantuan pencarian dan pertolongan (*search and rescue*).

Sebelum masa pandemi Covid -19 yang mulai merebak mulai Bulan Maret 2020, dalam 1 (satu) hari di Bandara Internasional Kualanamu rata - rata memiliki jumlah pesawat *departure* dan *arrival* sebanyak 180 penerbangan per hari. Data penerbangan di Bandara Kualanamu Tahun 2019 pada Tabel 1.

Bandara kualanamu beroperasi selama 24 jam sehari dan memiliki jam sibuk atau kepadatan *traffic* pesawat di jam 09.00 – 09.59 WIB dengan 25 penerbangan setiap harinya sebelum masa pandemi.

Bandara Internasional Kualanamu memiliki jumlah *parking stand* (tempat parkir pesawat) dengan total 35 parking stand yang bisa di tempati pesawat *wide body* sebanyak 4 (empat) *parking stand* dan 31 *parking stand* untuk pesawat dengan tipe *narrow body*. Di waktu sibuk tersebut tidak jarang pesawat mengalami keterlambatan mulai dari pesawat mengalami keterlambatan dari bandara asal, maupun keterlambatan saat di *ground* atau *parking stand*. Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan *delay* antara lain: a. faktor operasional yang disebabkan oleh kondisi bandara pada saat kedatangan atau keberangkatan; b. faktor manajemen dari maskapai seperti keterlambatan pilot, awak kabin atau penumpang; c. faktor cuaca seperti kabut asap, hujan deras, banjir. Keterlambatan pesawat seperti terlalu lama

Tabel 1. Data Penerbangan Domestik dan Internasional

Tahun	Penerbangan Domestik			Penerbangan International		
	Dep	Arr	Over flying	Dep	Arr	Over flying
2019	24.391	24.295	6.956	8.031	8.109	4.374

Sumber: AirNav Kualanamu

menunggu penumpang dan menaikkan barang akan menyebabkan pesawat mengalami keterlambatan berangkat (*departure*).

Proses selanjutnya yang harus dilakukan oleh Pilot setelah pesawat melakukan *start engine* dan *push back* yaitu pilot akan meminta kepada ATC untuk melakukan *taxi*. Proses pesawat untuk *taxi* hingga ke *holding point* pada jam sibuk sebelum masuk ke *runway* (landasan pacu) akan tertunda apabila banyak pesawat yang mengantre untuk *taxi* dan menunggu urutan keberangkatan di belakang garis *holding point*. Kini kepadatan *traffic* yang menyebabkan keterlambatan di bandara-bandara besar bisa diprediksi (Truong, 2011).

Kebutuhan untuk mengurangi adanya keterlambatan penerbangan yang disebabkan oleh operasional inilah yang menjadi latar belakang dalam penerapan *Airport Collaborative Decision Making (A-CDM)*.

Menurut (ICAO, 2018), *Airport Collaborative Decision Making (A-CDM) is a set of processes developed from the general philosophy of collaborative decision-making (CDM) in aviation and is applied to the operation at aerodromes*. Dapat diartikan bahwa A-CDM adalah sebuah proses yang mengizinkan semua *stakeholder* dalam suatu bandar udara dalam berkoordinasi untuk meningkatkan efisiensi serta prediktibilitas dalam operasional penerbangan dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang ada. ACDM menjadi suatu paradigma untuk meningkatkan pertukaran informasi di antara berbagai pemangku kepentingan yang terlibat dalam manajemen lalu lintas udara (Junior, Weigang, & Nogueira, 2014).

Menurut (Eurocontrol, 2017) *Airport Collaborative Decision Making is the concept which aims at improving Air Traffic Flow and Capacity Management (ATFCM) at airports by reducing delays, improving the predictability of events and optimising the utilisation of resources*. Konsep A-CDM dibagi menjadi 6 (enam) elemen yaitu: *information sharing, milestone approach, variable taxi time, pre departure sequencing, adverse condition dan collaborating management of flight updates*.

Salah satu elemen yang berperan dalam penerapan ACDM yaitu *variable taxi time*. *Variable Taxi Time* adalah perkiraan waktu yang digunakan oleh pesawat untuk melakukan *taxi* antara tempat parkir (*parking stand*) dan landasan pacu (*runway*) atau sebaliknya. *Variable taxi time* dihitung untuk mendapatkan ketepatan waktu bagi pesawat untuk *start-up* dan *boarding* sehingga dapat diperkirakan pergerakan pesawat untuk mengurangi terjadinya *delay*.

Airport Collaborative Decision Making (A-CDM) sudah mulai diterapkan di Bandara Internasional Soekarno-Hatta (Soeta). Dalam melakukan implementasi A-CDM Bandara Internasional Soekarno-Hatta telah melakukan persiapan diantaranya dengan mendirikan gedung *Airport Operation Control Center (AOCC)* yang dilengkapi sejumlah peralatan teknologi terkini (Wartakota, 2020).

Dengan adanya A-CDM yang mulai diterapkan di Indonesia peneliti ingin mengetahui lebih dalam tentang penghitungan *variable taxi time* yang merupakan salah satu elemen dari A-CDM untuk mendukung penerapannya di Bandara Kualanamu.

TINJAUAN PUSTAKA

Variable Taxi Time

Variable time taxi is the estimated time that an aircraft spends taxiing between its parking stand and the runway or vice versa. Variable taxi time is the generic name for both inbound as outbound taxi time parameters, used for calculation of TTOT or TSAT. Inbound taxi time (EXIT) includes runway occupancy and ground movement time, whereas outbound taxi time (EXOT) includes push back and start up time, ground movement, remote or apron de-icing, and runway holding times (Eurocontrol, 2017).

Variable Taxi Time adalah perkiraan waktu yang digunakan oleh pesawat untuk melakukan *taxi* antara tempat parkir dan landasan pacu atau sebaliknya. Menurut (Eurocontrol, 2016) bahwa penghitungan *variable time taxi* bertujuan untuk

meningkatkan akurasi perhitungan terkait dengan pergerakan pesawat di darat, seperti estimasi waktu lepas landas.

Dalam *Airport Collaborative Decision Making (A-CDM)* taxi time merupakan:

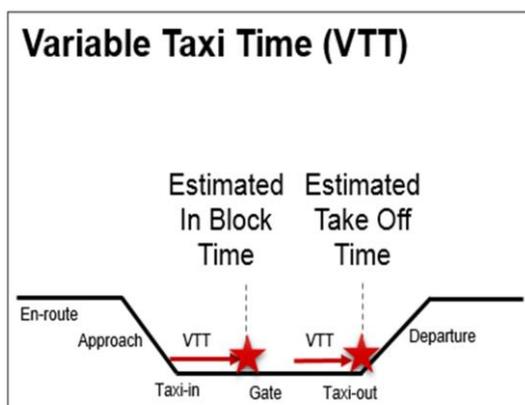
- a. Kedatangan: *The Actual taxi-In Time (AXIT)* yaitu periode antara *Actual Landing Time (ALDT)* and the *Actual In-Block Time (AIBT)*.
- b. Keberangkatan: *The Actual taxi-Out Time (AXOT)* yaitu periode antara *the Actual Off-Block Time (AOBT)* and the *Actual Take Off Time (ATOT)*.

Berikut merupakan gambar *Variable Taxi Time (VTT)* pada gambar 1:

Menurut (Clewlow, Simaiakis, & Balakrishnan, 2010) terdapat beberapa variabel yang mempengaruhi *taxi-out*, paling utamanya yaitu kedatangan dan keberangkatan pesawat selama berlangsungnya *taxi-out*.

Prediksi waktu *taxi-out* yang akurat menjadi hal yang sangat penting untuk meningkatkan kegiatan operasional dalam proses keberangkatan di suatu Bandara, serta mengurangi waktu *taxi-out* yang lama, kemacetan, dan emisi gas rumah kaca yang berlebihan (Lian, Zhang, Desai, Xing, & Luo, 2018).

Penghitungan dan estimasi waktu *taxi* dapat digunakan untuk mengurangi keterlambatan yang berdampak pada pemborosan penggunaan bahan bakar dan biaya (Chauhan, 2010).



Gambar 1. *Variable Taxi Time (VTT)*

Parameter *Taxi Time*

Parameter paling umum yang memengaruhi waktu *taxi* adalah:

- a. Tata letak dan infrastruktur bandara.
- b. Landasan pacu yang digunakan (termasuk jarak *taxi holding position* dari landasan pacu).
- c. Jumlah *crossing runway* yang dibutuhkan.
- d. Lokasi tempat parkir pesawat.
- e. Kondisi meteorologi.
- f. Jenis dan operator pesawat.
- g. Berat pesawat.
- h. Waktu *pushback*.
- i. Penghilang es / anti-icing.
- j. Kepadatan lalu lintas.
- k. Prosedur operasi local.

Menurut (ICAO, 2016) untuk menentukan VTT Bandara diperlukan metode penghitungan yang dinamis yang membantu dalam mengoptimalkan pemanfaatan infrastruktur sisi udara dan ketersediaan slot. Penelitian yang dilakukan oleh (Balakrishna, Ganesan, Sherry, & Levy, 2008) dalam metodenya menentukan VTT yaitu dengan cara menghitung rata-rata waktu *taxi-out* di bandara setiap selang 15 menit dalam sehari dan sekurang-kurangnya 15 menit sebelum *push-back*.

Airport Collaborative Decision Making (A-CDM)

Konsep A-CDM

Konsep A-CDM dibagi menjadi beberapa elemen yaitu:

- a. *Information Sharing*
Yaitu berbagi informasi yang akurat dan tepat waktu antara mitra CDM Bandara untuk mencapai kesadaran situasional bersama dan meningkatkan kemampuan prediksi lalu lintas penerbangan.
- b. *Milestone Approach*
Yaitu progres dari suatu penerbangan yang dimulai dari perencanaan awal hingga lepas landas dari suatu A-CDM dengan menentukan milestones untuk memungkinkan pemantauan setiap peristiwa atau kejadian dalam penerbangan secara seksama. Tujuannya adalah untuk mencapai kesadaran situasional bersama dan memprediksi hal-

hal akan datang yang mungkin terjadi pada suatu penerbangan.

- c. *Variable Taxi Time*
Terdiri dari penghitungan dan pendistribusian estimasi *taxi-in* dan *taxi-out* yang akurat ke mitra CDM bandara untuk meningkatkan estimasi waktu masuk dan lepas landas.
- d. *Pre Departure Sequencing*
Yaitu urutan pesawat yang akan berangkat dari tempat parkir (*push off blocks*) dengan mempertimbangkan preferensi dari pesawat lain (catatan: bedakan dengan urutan pra-lepas landas di mana ATC mengatur pesawat di *holding point* landasan pacu). Tujuannya adalah untuk meningkatkan fleksibilitas, meningkatkan ketepatan waktu dan *slot time* sehingga memungkinkan mitra bandara menentukan preferensinya.
- e. *Adverse Conditions*
Yaitu manajemen kolaboratif terhadap kapasitas A-CDM selama periode pengurangan kapasitas yang dapat diprediksi maupun tidak. Tujuannya adalah untuk mencapai kesadaran situasional bersama di antara mitra CDM bandara, termasuk pemberian informasi yang lebih baik kepada para penumpang untuk mengantisipasi adanya gangguan dan penanganan yang cepat setelah gangguan.
- f. *Collaborating Management of Flight Updates*
Yaitu pertukaran *Flight Update Messages* (FUM) dan *Departure Planning Information* (DPI) antara *Network Manager* dan A-CDM untuk memperkirakan kedatangan pesawat ke bandara CDM dan meningkatkan proses manajemen *slot* ATFM untuk pesawat yang berangkat. Tujuannya adalah untuk meningkatkan koordinasi antara *Air Traffic Flow and Capacity Management* (ATFCM) dan operasi bandara di suatu A-CDM.
ACDM memiliki tiga tahapan yaitu inisiasi, implementasi dan operasi dan monitoring (ICAO, 2019). *Airport Collaborative Decision*

Making (ACDM) digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pelayanan bandara dengan melibatkan pilot, *Air Traffic Controller* (ATC) dan pihak terkait (Groppe, Pagliari, & Harris, 2010).

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif. Dalam metodologi ini akan disampaikan mengenai metode pengumpulan data, pengolahan data dan analisis.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data menggunakan metode observasi yaitu melakukan pengumpulan data dengan melihat langsung terhadap kondisi lingkungan objek penelitian, berupa data lalu lintas penerbangan untuk keberangkatan dan kedatangan pesawat pada saat *taxi-in* dan *taxi-out*.

Pengolahan Data

Pengolahan data menggunakan statistik deskriptif yang dituangkan dalam bentuk tabulasi, penghitungan dan penafsiran data.

Analisis Data

Analisis data menggunakan teknik analisis statistik deskriptif sebagai berikut:

Tabel 2. Contoh Penghitungan AXIT

FLIGHT	1	2
Service Branch	WIMM	WIMM
Date of Flight	8/1/2020	8/1/2020
Aerodrome	WMKK	WAHI
To From	WIMM	WIMM
Air Code	AWQ	AWQ
Flight Number	AWQ125	AWQ8075
AC Register	PKAZI	PKAZI
Type	A320	A320
Runway	23	5
Parking	5	5
EOBT		
ALDT	3:19	12:02
AIBT	3:22	12:05
ALDT-AIBT	0:03	0:03
IN SEC	180	180

(Sumber: AirNav Kualanamu 2020)

- a. Penyajian data dalam bentuk tabel atau distribusi frekuensi dan tabulasi silang (*crosstab*). Dengan analisis ini akan diketahui kecenderungan hasil temuan penelitian, apakah masuk dalam kategori rendah, sedang atau tinggi.
- b. Penyajian data dalam bentuk visual seperti *histogram*, *poligon*, *ogive*, diagram batang, diagram lingkaran, diagram pastel (*pie chart*), dan diagram lambang.
- c. Penghitungan ukuran tendensi sentral (*mean*, *median* *modus*).
- d. Penghitungan ukuran letak (kuartil, desil, dan persentil).
- e. Penghitungan ukuran penyebaran (standar deviasi, *varians*, *range*, deviasi kuartil, mean deviasi, dan sebagainya).

Formula Matematika

Untuk menghitung VTT digunakan rumusan sebagai berikut:

a. Menghitung Actual Taxi In Time (AXIT)

AXIT diperoleh dari interval waktu antara ALDT dan AIBT.

$$\text{AXIT} = \text{ALDT to AIBT}$$

(Sumber: AirNav Kualanamu 2020)

ALDT adalah *Actual Landing Time* dan AIBT adalah *Actual In-Block Time*.

Dari contoh data pada Tabel 2, *flight* no. 1

Tabel 3. Contoh Penghitungan AXOT

FLIGHT	1	2
Service Branch	WIMM	WIMM
Date Of Flight	8/1/2020	8/1/2020
Aerodrome	WIMM	WIMM
To From	WMKK	WAHI
Air Code	AWQ	AWQ
Flight Number	AWQ124	AWQ8074
AC Register	PKAZI	PKAZI
Type	A320	A320
Runway	23	5
Parking	5	5
AOBT	0:02	6:14
Taxi Time	0:05	6:17
ATOT	0:11	6:26
AOBT - ATOT	0:09	0:12
IN SEC	540	720

(Sumber: AirNav Kualanamu 2020)

dan 2 diperoleh nilai AXIT sebesar 3 (tiga) menit yaitu *flight* no.1 ALDT pada pukul 3.19 dan AIBT pukul 3.22 dan *flight* no.2 ALDT pada pukul 12.02 dan AIBT pukul 12.05 sehingga interval waktu ALDT ke AIBT sebesar 3 (tiga) menit.

b. Menghitung Actual Taxi Out Time (AXOT)

AXOT diperoleh dari interval waktu antara AOBT dan ATOT.

$$\text{AXOT} = \text{AOBT to ATOT}$$

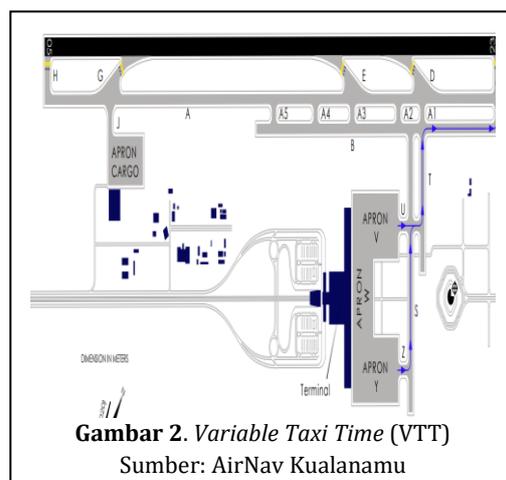
(Sumber: AirNav Kualanamu 2020)

AOBT adalah *Actual Off-Block Time* dan ATOT adalah *Actual Take Off Time*.

Dari contoh data pada Tabel 3, *flight* no. 1 diperoleh nilai AXOT sebesar 9 menit yaitu AOBT pada pukul 0.02 dan ATOT pukul 0.11 sehingga interval waktu AOBT ke ATOT sebesar 9 menit sedangkan pada *flight* no. 2 diperoleh nilai AXOT sebesar 12 menit yaitu AOBT pada pukul 6.14 dan ATOT pukul 6.26 sehingga interval waktu AOBT ke ATOT sebesar 12 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter *taxi time* dapat dipengaruhi oleh tata letak bandara, landasan pacu, *parking stand*, kondisi cuaca, jenis pesawat maupun kepadatan *traffic*. Di Bandara Kualanamu sendiri kondisi yang



Gambar 2. Variable Taxi Time (VTT)

Sumber: AirNav Kualanamu

mempengaruhi parameter *taxi time* diantaranya yaitu:

- a. Tata letak dan infrastruktur bandara.
Letak apron di Bandara Kualanamu tidak berada di tengah landasan pacu, sehingga berpengaruh pada *taxi time* dari apron menuju landasan pacu dan sebaliknya.
- b. Jenis dan operator pesawat
Jenis pesawat yang beroperasi di Bandara Kualanamu sangat beragam dari *Fixed wing, Rotary wing*.
- c. Berat pesawat
Wake turbulence category pesawat yang beroperasi di Bandara Kualanamu dari kategori *Light, Medium dan Heavy*.
- d. Kepadatan lalu lintas
Peak hours di bandara Kualanamu adalah *10 – 15 movement per hour*.
- e. Prosedur operasi lokal
Separasi yang digunakan oleh ATS untuk pesawat yang meminta *pushback* secara bersamaan adalah selisih 3 *parking stand*.

Penerapan ACDM di bandara yang memiliki kepadatan *traffic* yang cukup tinggi dianggap mampu untuk mengatasi permasalahan keterlambatan yang sering kali terjadi. Bandara Internasional Kualanamu saat ini sedang melakukan proses

menerapkan konsep ACDM namun belum sepenuhnya terpenuhi karena elemen-elemen yang diperlukan untuk mendukung ACDM ini belum maksimal. Untuk VTT penghitungan masih menggunakan data *sampling* dan belum secara keseluruhan. Selain itu Kualanamu juga belum memiliki unit ACDM sendiri. Koordinasi yang dilakukan menggunakan sistem aplikasi yang masih mengakomodasi antara *airlines* dengan bandara, *airlines* dengan AirNav di bandara keberangkatan dan kedatangan, namun dengan beberapa unit terkait misalnya dengan meteorologi atau Otoritas Bandara masih dengan sistem koordinasi yang tertuang dalam LOCA. Apabila semua konsep ACDM ini telah dapat terpenuhi dengan baik maka penerapan ACDM dapat meningkatkan efisiensi pengaturan *traffic* di bandara.

Actual Taxi In Time (AXIT) Runway 05

Berdasarkan data observasi dan rekapan penulis pada Bulan Agustus dan Bulan September Tahun 2020 didapatkan hasil perhitungan *Actual Taxi In Time (AXIT)* untuk *runway 05* sesuai dengan Tabel 5 setelah sebelumnya memperoleh sebaran data pada setiap *parking stand* seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Sebaran Data AXIT *Runway 05* Parking Stand 1

SERVICE BRANCH	DATE OF FLIGHT	AERODROME	TO FROM	AIR CODE	FLIGHT NUMBER	AC REGISTER	TYPE	RWY	PARKING	EOBT	ALDT	AIBT	ALDT - AIBT	IN SEC
WIMM	8/1/2020	WIMS	WIMM	WON	WON1255	PKWHU	AT76	5	1	-	6:52	6:56	0:04	240
WIMM	8/2/2020	WIMB	WIMM	WON	WON1247	PKWHU	AT76	5	1	-	8:22	8:30	0:08	480
WIMM	8/4/2020	WIML	WIMM	WON	WON1241	PKWHU	AT76	5	1	-	7:58	8:02	0:04	240
WIMM	8/6/2020	WIMA	WIMM	WON	WON1251	PKWHU	AT76	5	1	-	5:13	5:16	0:03	180
WIMM	8/8/2020	WIML	WIMM	WON	WON1241	PKWHU	AT76	5	1	-	8:30	8:34	0:04	240
WIMM	8/9/2020	WIMB	WIMM	WON	WON1247	PKWHU	AT76	5	1	-	8:23	8:27	0:04	240
WIMM	8/10/2020	WIMB	WIMM	WON	WON1247	PKWHU	AT76	5	1	-	8:28	8:31	0:03	180
WIMM	8/11/2020	WIMS	WIMM	WON	WON1255	PKWHU	AT76	5	1	-	5:12	5:14	0:02	120
WIMM	8/12/2020	WIML	WIMM	WON	WON1241	PKWGP	AT76	5	1	-	7:41	7:43	0:02	120
WIMM	8/13/2020	WIMA	WIMM	WON	WON1251	PKWGP	AT76	5	1	-	5:06	5:08	0:02	120
WIMM	8/16/2020	WIMB	WIMM	WON	WON1247	PKWGP	AT76	5	1	-	7:59	8:04	0:05	300
WIMM	8/18/2020	WIMB	WIMM	WON	WON1249	PKWGP	AT76	5	1	-	5:37	5:40	0:03	180
WIMM	8/23/2020	WIML	WIMM	WON	WON1241	PKWGP	AT76	5	1	-	7:51	7:56	0:05	300
WIMM	8/26/2020	WIMB	WIMM	WON	WON1247	PKWGS	AT76	5	1	-	8:32	8:37	0:05	300
WIMM	8/30/2020	WIML	WIMM	WON	WON1241	PKWGS	AT76	5	1	-	7:30	7:35	0:05	300
WIMM	9/2/2020	WIML	WIMM	WON	WON1241	PKWGS	AT76	5	1	-	7:58	8:02	0:04	240
WIMM	9/8/2020	WIMB	WIMM	WON	WON1247	PKWGS	AT76	5	1	-	8:27	8:30	0:03	180
WIMM	9/8/2020	WIMA	WIMM	WON	WON1251	PKWGS	AT76	5	1	-	5:10	5:15	0:05	300

0:03:57 237

Sumber: AirNav Kualanamu 2020

Berdasarkan Tabel 5 Data AXIT *RUNWAY* 05 diatas dapat kita lihat gambaran variabel waktu *taxi* pesawat dari tiap-tiap pesawat yang parkir di tiap *parking stand* dari data *traffic* yang diambil selama 2 (dua) bulan. Dari data didapatkan *average* (rata-rata) VTT untuk tiap-tiap *Apron* sesuai Tabel 5 waktu tempuh yang paling lama yaitu 6 menit sedangkan apabila dilihat pada hasil Tabel 5 berdasarkan letak pesawat parkir, variabel waktu *taxi* untuk AXIT *Runway* 05 paling lama yaitu 7 menit untuk pesawat yang parkir di nomor 23 sampai nomor 27 dan waktu tempuh terdekat yaitu 4 menit untuk pesawat yang parkir di nomor 30 sampai 35.

Actual Taxi In Time (AXIT) Runway 23

Berdasarkan data observasi dan rekapan penulis pada Bulan Agustus dan Bulan September Tahun 2020. Didapatkan hasil perhitungan *Actual Taxi In Time* (AXIT) untuk *runway* 23 sesuai dengan Tabel 6.

Tabel 5. Data AXIT *Runway* 05

APRON	PARKING STAND	CAPACITY (AIRCRAFT)	VTT (In Minutes)	AVERAGE TIME
VICTOR	1	B737 / A320	4 minutes	5.8 min
	2		4 minutes	
	3		5 minutes	
	4		5 minutes	
	5		5 minutes	
	6		4 minutes	
	7		4 minutes	
	8		5 minutes	
	9		5 minutes	
	10		5 minutes	
WHISKEY	11	B737 / A320	5 minutes	5.9 min
	12		6 minutes	
	13	B747 / A330	6 minutes	
	14		6 minutes	
	15	B737 / A320	6 minutes	
YANKEE	16	B737 / A320	5 minutes	5.29 min
	17		5 minutes	
	18		6 minutes	
	19		6 minutes	
	20		6 minutes	
	21		5 minutes	
	22		5 minutes	
	23		7 minutes	
	24		7 minutes	
	25		7 minutes	
WHISKEY	26	B737 / A320	7 minutes	4 min
	27		7 minutes	
	28		6 minutes	
	29		5 minutes	
	30		4 minutes	
	31		4 minutes	
	32		4 minutes	
CARGO	33	B777/B747/	4 minutes	4 min
	34	A330/B737/	4 minutes	
	35	A320	4 minutes	

Sumber: AirNav Kualanamu 2020

Berdasarkan Tabel 6 dari Data AXIT *RUNWAY* 23 diatas dapat kita lihat gambaran variabel waktu *taxi* pesawat dari tiap-tiap pesawat yang parkir di tiap *parking stand* dari data *traffic* yang diambil selama 2 (dua) bulan. Dari data didapatkan *average* (rata-rata) VTT untuk tiap-tiap *Apron* sesuai Tabel 6 waktu tempuh yang paling lama yaitu 7 menit sedangkan apabila kita lihat hasil Tabel 6 berdasarkan letak pesawat parkir, variabel waktu *taxi* untuk AXIT *Runway* 23 paling lama yaitu 8 menit untuk pesawat yang parkir di nomor 26 sampai nomor 28. Dan waktu tempuh terdekat yaitu 3 menit untuk pesawat yang parkir di nomor 33 sampai 35.

Actual Taxi Out Time (AXOT) Runway 05

Berdasarkan hasil dari data observasi dan rekapan penulis pada Bulan Agustus dan Bulan September Tahun 2020. Didapatkan hasil perhitungan *Actual Taxi Out Time* (AXOT) untuk *runway* 05 sesuai dengan Tabel 7.

Tabel 6. Data AXIT *Runway* 23

APRON	PARKING STAND	CAPACITY (AIRCRAFT)	VTT (In Minutes)	AVERAGE TIME
VICTOR	1	B737 / A320	5 minutes	6.8 min
	2		5 minutes	
	3		5 minutes	
	4		5 minutes	
	5		6 minutes	
	6		5 minutes	
	7		5 minutes	
	8		5 minutes	
	9		5 minutes	
	10		6 minutes	
WHISKEY	11	B737 / A320	6 minutes	6.3 min
	12		7 minutes	
	13	B747 /	7 minutes	
	14	A330/	7 minutes	
	15	B737 / A320	7 minutes	
YANKEE	16	B737 / A320	6 minutes	7.0 min
	17		6 minutes	
	18		6 minutes	
	19		6 minutes	
	20		7 minutes	
	21		6 minutes	
	22		6 minutes	
	23		6 minutes	
	24		7 minutes	
	25		7 minutes	
WHISKEY	26	B737 / A320	8 minutes	3 min
	27		8 minutes	
	28		8 minutes	
	29		7 minutes	
	30		6 minutes	
	31		6 minutes	
	32		6 minutes	
CARGO	33	B777/B747/	3 minutes	3 min
	34	A330/B737/	3 minutes	
	35	A320	3 minutes	

Sumber: AirNav Kualanamu 2020

Berdasarkan Tabel 7 dari Data AXOT RUNWAY 05 diatas dapat kita lihat gambaran variabel waktu *taxi* pesawat dari tiap-tiap pesawat yang parkir di tiap *parking stand* dari data *traffic* yang sesuai Tabel 7 waktu tempuh yang paling lama yaitu 15.5 menit. Sedangkan apabila kita lihat hasil Tabel 7, berdasarkan letak pesawat parkir, variabel waktu *taxi* untuk AXOT Runway 05 paling lama yaitu 16 menit untuk pesawat yang parkir di nomor 19 sampai nomor 20 dan nomor 23 sampai nomor 27. Dan waktu tempuh terdekat yaitu 3 menit untuk pesawat yang parkir di nomor 33 sampai 35.

Actual Taxi Out Time (AXOT) Runway 23

Berdasarkan hasil dari data observasi dan rekapan penulis pada Bulan Agustus dan Bulan September Tahun 2020. Didapatkan hasil perhitungan *Actual Taxi Out Time* (AXOT) untuk runway 23 sesuai dengan Tabel 8.

Tabel 7. Data AXOT Runway 05

APRON	PARKING STAND	CAPACITY (AIRCRAFT)	VTT (In Minutes)
VICTOR	1	B737 / A320	13 minutes
	2		13 minutes
	3		13 minutes
	4		13 minutes
	5		13 minutes
	6		13 minutes
	7		13 minutes
	8		13 minutes
	9		13 minutes
	10		13 minutes
WHISKEY	11	B737 / A320	13 minutes
	12	B747 / A330	14 minutes
	13		14 minutes
	14		15 minutes
	15		B737 / A320
16	15 minutes		
YANKEE	17	B737 / A320	15 minutes
	18		15 minutes
	19		16 minutes
	20		16 minutes
	21		15 minutes
	22		15 minutes
	23		16 minutes
	24		16 minutes
	25		16 minutes
	26		16 minutes
WHISKEY	27	B737 / A320	16 minutes
	28		15 minutes
	29		15 minutes
	30		15 minutes
	31		15 minutes
	32		15 minutes
CARGO	33	B777/B747/ A330/B737/ A320	8 minutes
	34		8 minutes
	35		8 minutes

Sumber: AirNav Kualanamu 2020

Berdasarkan Tabel 8 dari Data AXOT RUNWAY 23 dapat kita lihat gambaran variabel waktu *taxi* pesawat dari tiap-tiap pesawat yang parkir di tiap *parking stand* dari data *traffic* yang diambil selama 2 (dua) bulan. Dan didapatkan *average* (rata-rata) VTT untuk tiap-tiap Apron sesuai Tabel 8 waktu tempuh yang paling lama yaitu 13 menit. Sedangkan apabila kita lihat hasil tabel diatas berdasarkan letak pesawat parkir, variabel waktu *taxi* untuk AXOT Runway 23 paling lama yaitu 13 menit untuk pesawat yang parkir di nomor 23 sampai nomor 31 dan nomor 33 sampai nomor 35. Dan waktu tempuh terdekat yaitu 10 menit untuk pesawat yang parkir di nomor 1 sampai nomor 3 dan nomor 6 sampai nomor 7.

Penerapan VTT Dalam A-CDM

Penerapan VTT dalam konsep A-CDM dapat dilihat dalam simulasi berikut:

Tabel 8. Data AXOT Runway 23

APRON	PARKING STAND	CAPACITY (AIRCRAFT)	VTT (In Minutes)	AVERAGE TIME
VICTOR	1	B737 / A320	10 minutes	10.4 minutes
	2		10 minutes	
	3		10 minutes	
	4		11 minutes	
	5		11 minutes	
	6		10 minutes	
	7		10 minutes	
	8		10 minutes	
	9		11 minutes	
	10		11 minutes	
WHISKEY	11	B737 / A320	11 minutes	11.8 minutes
	12	B747 / A330	12 minutes	
	13		12 minutes	
	14		12 minutes	
	15		B737 / A320	
16	11 minutes			
YANKEE	17	B737 / A320	11 minutes	12 minutes
	18		11 minutes	
	19		12 minutes	
	20		12 minutes	
	21		12 minutes	
	22		12 minutes	
	23		13 minutes	
	24		13 minutes	
	25		13 minutes	
	26		13 minutes	
WHISKEY	27	B737 / A320	13 minutes	12.86 minutes
	28		13 minutes	
	29		13 minutes	
	30		13 minutes	
	31		13 minutes	
	32		12 minutes	
CARGO	33	B777/B747/ A330/B737/ A320	13 minutes	13 minutes
	34	13 minutes		
	35	13 minutes		

Sumber: AirNav Kualanamu 2020

Tabel 9. Simulasi Penerapan VTT

Bandara Keberangkatan	Bandara Kedatangan	Flight Number / Airlines	Registrasi Pesawat	Tipe Pesawat	Jadwal Berangkat
WIMM Bandar Udara Internasional Kualanamu	WMKK Bandar Udara Internasional Kuala Lumpur	AWQ124 / (Air Asia)	PK AZI	A320	07.15 WIB
Estimasi Waktu Tiba	Waktu Boarding	AOBT	Taxi Time	ATOT	AXOT (AOBT - ATOT)
1 Jam / 09.15 Waktu Kuala Lumpur	06.45 WIB	00.02 (UTC)	00.06 (UTC)	00.15 (UTC)	13 menit

Pada Tabel 8 digambarkan bahwa pesawat parkir di nomor 4 dan akan berangkat menggunakan *runway* 23. Data perhitungannya menggunakan waktu keberangkatan pada Bulan September. Pesawat yang akan berangkat pada pukul 07.15 maka diperoleh informasi sebagai berikut:

- *Boarding* = 06.45 WIB (30 menit sebelum berangkat)
- *Pushback* (AOBT) = 07.02 WIB
- *Taxi Time* = 07.06 WIB
- ATOT = 07.15 WIB
- AXOT = AOBT to ATOT
- AXOT = 13 menit

Dari contoh diketahui waktu yang diperlukan mulai dari *boarding* sampai pesawat melakukan *pushback* yaitu 17 menit. Lalu pesawat melakukan *taxi* dan *take off* pukul 07.15 WIB (Ssesuai jadwal). Jarak rentang waktu dari pesawat melakukan *pushback* sampai pesawat *take off* yaitu 13 menit. Dapat disimpulkan pada contoh penerbangan ini pesawat membutuhkan waktu 30 menit dari mulai *boarding* sampai *take off*.

Pada tabel AXOT Runway 23 didapatkan hasil rekapan perhitungan pada Bulan Agustus dan September untuk *parking stand* nomor 4 dengan rata - rata VTT yaitu 11 menit. Dicontohkan apabila pesawat membutuhkan VTT 11 menit saat parkir di nomor 4, dengan jadwal keberangkatan dan *boarding* yang sama, yaitu:

- *Boarding* = 06.45 WIB (30 menit sebelum berangkat)
- *Pushback* (AOBT) = 07.04
- AXOT = AOBT to ATOT
- AXOT = 11 menit.

Dari ilustrasi maka paling lama pada pukul 07.04 WIB pesawat sudah harus melakukan *pushback* agar tidak mengalami keterlambatan.

Dengan adanya penghitungan VTT maka para pemangku kepentingan mendapatkan informasi yang dibutuhkan sebagai bentuk konsep penerapan ACDM dalam manajemen lalu lintas udara.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan penelitian ini adalah:

1. Penghitungan VTT dalam penerapan A-CDM pada Bandara Internasional Kualanamu Deli Serdang dapat meningkatkan efisiensi dalam pengaturan *traffic*. Penghitungan VTT dapat memberikan ketepatan waktu untuk *start-up* dan *boarding*. Dengan begitu maka ATC dapat mengetahui waktu yang diperlukan untuk mengatur *traffic* di daerah pergerakan pesawat sehingga dapat diperkirakan pergerakan *traffic* untuk mengurangi risiko *delay*.
2. Hasil penghitungan VTT pada Bandara Internasional Kualanamu Deli Serdang menunjukkan bahwa VTT dipengaruhi

oleh letak *parking stand* masing-masing pesawat seperti hasil berikut: Nilai AXIT rata-rata menggunakan *runway* 05 tercepat yaitu: 4 (empat) menit; Nilai AXIT rata-rata menggunakan *runway* 05 terlama yaitu: 7 (tujuh) menit; Nilai AXIT rata-rata menggunakan *runway* 23 tercepat yaitu: 3 (tiga) menit; Nilai AXIT rata-rata menggunakan *runway* 23 terlama yaitu: 8 (delapan) menit; Nilai AXOT rata-rata menggunakan *runway* 05 tercepat yaitu: 8 (delapan) menit; Nilai AXOT rata-rata menggunakan *runway* 05 terlama yaitu: 16 (enam belas) menit; Nilai AXOT rata-rata menggunakan *runway* 23 tercepat yaitu: 10 (sepuluh) menit; Nilai AXOT rata-rata menggunakan *runway* 23 terlama yaitu: 13 (tiga belas) menit.

3. Untuk mendukung implementasi ACDM di bandara Kualanamu maka VTT sebagai salah satu elemennya harus dihitung secara keseluruhan untuk mendapatkan waktu akurat dari tiap-tiap pergerakan pesawat dengan menyesuaikan pengaturan *traffic* pada setiap *parking stand* dan *traffic* yang menjadi prioritas.
4. Hasil penghitungan VTT yang diperoleh di Bandara Kualanamu sudah cukup baik namun masih perlu ditingkatkan sehingga untuk menekan besarnya VTT di Bandara Kualanamu dapat dilakukan dengan cara: Berkoordinasi dengan pihak AMC untuk tidak mengatur parkir pesawat yang datang bersamaan secara berdekatan, karena dapat dipastikan akan terjadi *delay pushback* pada salah satu pesawat pada saat keberangkatan; Membuat aturan *taxi speed* untuk masing-masing kategori pesawat.

SARAN

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Agar VTT sebagai elemen A-CDM dapat diterapkan di Bandara Internasional Kualanamu maka perlu dilakukan penghitungan VTT secara keseluruhan dari *sampling* yang telah ada sehingga perlu adanya koordinasi dengan para

stakeholders untuk dapat memaksimalkan penghitungan VTT.

2. Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam pengambilan data yaitu hanya dilakukan selama 2 bulan di masa pandemi. Oleh karena itu, untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal dalam penghitungan VTT terutama setelah masa pandemi diharapkan kedepannya baik penulis selanjutnya maupun *stakeholder* terkait dapat berkolaborasi memperdalam total objek yang diteliti terutama dapat dikelompokkan berdasarkan waktu tertentu, misalnya saat *peak hours* di hari biasa, saat *peak hours* di hari *weekend*, *peak hours* disaat musim liburan dan saat *peak hours* di musim tertentu, misalnya musim hujan, mengingat kondisi cuaca di Indonesia merupakan daerah tropis. Dengan begitu maka hasil penghitungan VTT yang berbeda kondisi dapat ditarik kesimpulan yang lebih detail sehingga dapat lebih bermanfaat kedepannya bagi pihak penyelenggara layanan di bandara, airlines maupun masyarakat pengguna jasa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada General Manager Perum Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan (LPPNPI) Kantor Cabang Medan beserta jajarannya yang telah membantu memfasilitasi pengambilan data sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan juga ucapan terima kasih kepada Direktur Politeknik Penerbangan Medan yang telah mendukung proses kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Balakrishna, P., Ganesan, R., Sherry, L., & Levy, B. S. (2008). Estimating Taxi-Out Times with a Reinforcement Learning Algorithm. In *Digital Avionics Systems Conference*.
<https://doi.org/10.1109/DASC.2008.4702812>

- Chauhan, A. (2010). *Modeling and Predicting Taxi Times at Airports*. University of South Florida.
- Clewlow, R. R., Simaiakis, I., & Balakrishnan, H. (2010). Impact of Arrivals on Departure Taxi Operations at Airports. In *AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference* (pp. 1–21). Toronto. <https://doi.org/10.2514/6.2010-7698>
- Eurocontrol. Airport Collaborative Decision Making (A-CDM) Safety Case Guidance Material (2016).
- Eurocontrol. (2017). *The Manual Airport CDM Implementation*.
- Groppe, M., Pagliari, R., & Harris, D. (2010). Applying Cognitive Work Analysis to Study Airport Collaborative Decision Making Design. In *ENRI International Workshop on ATM/CNS (EIWAC2009)* (pp. 77–88).
- ICAO. (2016). *To Define the Validation Parameter for Departure Variable Taxi Time (VTT) to Meet Requirement of Modern Airport Infrastructure*. India.
- ICAO. (2018). *Doc 9971 Manual on Collaborative Air Traffic Flow Management (ATFM)* (Third Edit). Montreal.
- ICAO. (2019). *Asia Pacific Airport Collaborative Decision Making (A-CDM) Implementation Plan* (First Edit). Bangkok.
- Junior, A. C. D. A., Weigang, L., & Nogueira, K. B. (2014). Enhancement of Airport Collaborative Decision Making through Applying Agent System with Matching Theory. In *8th International Workshop on Agents in Traffic and Transportation (ATT-2014)*.
- Lian, G., Zhang, Y., Desai, J., Xing, Z., & Luo, X. (2018). Predicting Taxi-Out Time at Congested Airports with Optimization-Based Support Vector Regression Methods. *Hindawi Mathematical Problems in Engineering*, 2018, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2018/7509508>
- Truong, T. V. (2011). The Distribution Function of Airport Taxi-Out Times and Selected Applications. *Journal of the Transportation Research Forum*, 50(2), 33–44.
- Wartakota. (2020). Soetta Jadi Bandara Pertama di Indonesia Terapkan Konsep Airport Collaborative Decision Making. Retrieved February 8, 2021, from <https://wartakota.tribunnews.com/2020/06/20/soetta-jadi-bandara-pertama-di-indonesia-terapkan-konsep-airport-collaborative-decision-making>