

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bandar udara adalah suatu tempat di darat, di laut atau di air dimana pesawat udara dapat mendarat menurunkan atau mengangkat penumpang dan barang, perbaikan atau pemeliharaan juga pengiriman bahan bakar dan kegiatan lainnya. Secara umum suatu bandar udara harus mampu melayani aktivitas perhubungan udara sesuai jam operasi (*operating hours*) dengan menjamin keselamatan penerbangan, kelancaran dan keteraturan penerbangan.

Apron merupakan tempat bagi pesawat untuk melakukan kegiatan *ground handling* setelah dan sebelum digunakan. Kegiatan *ground handling* yang dilakukan berupa pengisian bahan bakar, loading bagasi, penumpang, dan catering, pembersihan kabin pesawat, dan perbaikan singkat.

Industri penerbangan dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan pergerakan lalu lintas udara, maka dari itu diperlukan sebuah studi tentang kapasitas apron untuk mengetahui kebutuhan fasilitas apron di masa mendatang sebagai salah satu solusi untuk mengantisipasi peningkatan lalu lintas udara.

Bandar Udara Internasional Kuala Lumpur setiap tahunnya mengalami peningkatan jumlah pergerakan baik penumpang maupun pesawat, dengan terus terjadinya peningkatan jumlah pergerakan penumpang dan pergerakan pesawat tiap tahunnya di bandar udara ini maka secara otomatis akan mempengaruhi kapasitas setiap fasilitas yang dioperasikan didalam bandar udara, salah satu fasilitas tersebut adalah *Apron* yang merupakan tempat bagi pesawat untuk melakukan kegiatan *ground handling* setelah dan sebelum digunakan. Kegiatan *ground handling* yang dilakukan berupa pengisian bahan bakar, loading bagasi, penumpang, dan catering, pembersihan kabin pesawat, dan perbaikan singkat.

Penelitian ini akan menganalisis kapasitas *apron* Pada bandar udara Internasional Kualanamu deli Serdang dan meprekdiksi pergerakan pesawat 5 tahun mendatang untuk kebutuhan Parking stand, Dengan melakukan analisis kapasitas pada *apron* Bandar Udara Internasional Kualanamu, diharapkan bisa memberi informasi tentang kapasitas apron baik diwaktu sekarang maupun tahun mendatang serta langkah optimalisasi yang perlu dilakukan untuk mengoptimalkan sistem *apron*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka terdapat beberapa permasalahan pada penelitian ini yaitu :

1. Berapa jumlah pergerakan pesawat yang menggunakan apron pada saat jam puncak ?
2. Apakah parking stand yang ada mampu menampung pergerakan pesawat pada saat jam puncak?
3. Berapa kebutuhan parking stand untuk 5 tahun mendatang ?
4. Apa langkah yang dapat dilakukan untuk mengoptimalisasi apron pada waktu mendatang?

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan dari penulisan skripsi ini adalah :

1. Penelitian ini dilakukan di Bandar Udara Internasional Kualanamu, Deli Serdang.
2. Jenis penerbangan yang diteliti merupakan penerbangan komersial meliputi penerbangan domestik dan penerbangan Internasional.
3. Data pergerakan lalu lintas pesawat udara yang digunakan adalah data dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2023.
4. Tidak melakukan pengujian laboratorium

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah :

1. Menganalisis kapasitas apron yang ada di Bandar Udara Internasional Kualanamu.
2. Menghitung jumlah pergerakan pesawat udara hingga 5 tahun yang akan mendatang.
3. Menghitung jumlah apron yang dibutuhkan untuk 5 tahun yang akan mendatang.
4. Melakukan langkah optimalisasi Apron untuk 5 tahun mendatang.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah kiranya dapat menambah wawasan tentang *apron* Bandar Udara bagi semua serta bisa menjadi referensi pihak pengelola Bandar Udara untuk melakukan optimalisasi *apron* di Bandar Udara Internasional Kualanamu Deli Serdang pada 5 tahun yang akan mendatang.

1.6 Sistematika Penulisan

Methodologi penulisan skripsi ini merupakan alur dari penelitian yang dilakukan. Adapun alur penulisan skripsi ini sebagai berikut :

1. BAB I Pendahuluan.
Bab ini membahas tentang latar belakang penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.
2. BAB II Tinjauan pustaka.
Dalam bab ini, penulis menjelaskan berbagai teori tentang Konsep dasar yang berkaitan dengan topik penelitian yang dilakukan dan hal-hal yang berkaitan dalam proses analisa permasalahan dan teori-teori pendukungnya
3. BAB III Metode Penelitian.

Bab ini membahas tentang metode penelitian yang digunakan untuk menguraikan seluruh kegiatan yang akan dilaksanakan selama kegiatan penelitian berlangsung.

4. BAB IV Analisa dan Perhitungan Data.

Bab ini berisikan seluruh aktivitas penelitian yang dilakukan, data yang di dapatkan dan informasi berkaitan dengan hasil penelitian. Bab ini juga dipaparkan data – data pendukung dalam pelaksanaan penelitian serta penerapan metode yang digunakan.

5. BAB V Kesimpulan dan Saran.

Bab ini berisi tentang kesimpulan akhir dari penjelasan penelitian secara keseluruhan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

6. Bagian akhir terdiri dari daftar pustaka dan lampiran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Terdahulu

Studi terdahulu yang di ambil Penulis adalah karya dari Luna Widyawati, Adil Prayitno, dan Dedi Hermawan yang berjudul “*Analisis Kapasitas Apron Di Bandar Udara Cakrabhuwana Kota Cirebon*”. Tujuan dari Penelitian ini untuk memprediksi jumlah pergerakan pesawat yang dilakukan dengan menggunakan Metode polinomia l menggunakan data pergerakan pesawat selama 5 tahun terakhir (2018 -2022) yang diperoleh dari UPBU Kelas III Cakrabhuwana.

Penulis juga mencari referensi jurnal dari Alfian Andre Victor Paendong Lucia I. R. Lefrandt, Audie L. E. Rumayar Dengan judul “*Analisis Kapasitas Dan Optimalisasi Apron Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado*”. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah pergerakan pada saat jam puncak, kapasitas apron dan jumlah kebutuhan parking stand baik pada tahun eksisting maupun pada tahun rencana.

Referensi jurnal yang ketiga dari Hairul Azhar, Juang Akbardin yang berjudul “*Studi Kapasitas Apron Bandar Udara H. AS. Hanandjoeddin - Tanjung Pandan*”. Studi ini menganalisis kebutuhan apron Bandar Udara H.AS. Hanandjoeddin pada kondisi eksisting dan kondisi forecasting 10 tahun ke depan.

2.2 Bandar Udara

Bandara atau bandar udara yang juga populer disebut dengan istilah *airport* merupakan sebuah fasilitas di mana pesawat terbang seperti pesawat udara dan helikopter dapat lepas landas dan mendarat. Suatu bandar udara yang paling sederhana minimal memiliki sebuah landasan pacu atau helipad (untuk pendaratan helikopter), sedangkan untuk bandara-bandara besar biasanya dilengkapi berbagai fasilitas lain, baik untuk operator layanan penerbangan maupun bagi penggunaanya

seperti bangunan terminal dan hanggar. Menurut Annex 14 dari ICAO (*International Civil Aviation Organization*) bandar udara adalah area tertentu di daratan atau perairan (termasuk bangunan, instalasi dan peralatan) yang diperuntukkan baik secara keseluruhan atau sebagian untuk kedatangan, keberangkatan dan pergerakan pesawat.

Bandar udara adalah sebuah lapangan terbang yang digunakan untuk mendarat ataupun lepas landas sebuah pesawat terbang, tempat terjadinya bongkar muat barang, tempat naik dan turunnya penumpang, termasuk segala jenis fasilitas penunjang kegiatan tersebut, (PP No. 5/1986, Tentang penyedia dan penggunaan Tanah Serta Ruang Udara Sekitar Bandar Udara).

Menurut PP RI No.70 Tahun 2001 tentang Kebandarudaraan, Pasal 1 Ayat 1, bandar udara adalah lapangan terbang yang dipergunakan untuk mendarat dan lepas landas pesawat udara, naik turun penumpang, dan atau bongkar muat kargo dan atau pos, serta dilengkapi dengan fasilitas keselamatan penerbangan dan sebagai tempat perpindahan antar moda transportasi.

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No.1 Tahun 2009 tentang Penerbangan, pengertian bandar udara adalah kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya. Fasilitas bandar udara dalam kegiatan penerbangan dibagi menjadi dua macam, yaitu fasilitas sisi darat (*land side*) dan fasilitas sisi udara (*air side*).

Berdasarkan Surat Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP.374/XII/1999 tentang Standar Rancang Bangun dan/ atau Rekayasa Fasilitas dan Peralatan Bandar Udara, kebutuhan luas terminal penumpang didasarkan pada jumlah penumpang, standart luas ruangan biasanya dihitung dengan satuan luas tiap

penumpang. Menurut Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEPP.77/VI/2005 tentang Persyaratan Teknis Pengoprasian Fasilitas Teknik Bandar Udara, fasilitas bangunan terminal penumpang adalah bangunan yang disediakan untuk melayani seluruh kegiatan yang dilakukan oleh penumpang dari mulai keberangkatan hingga kedatangan. Fasilitas keberangkatan dan fasilitas kedatangan penumpang meliputi:

a. Fasilitas Keberangkatan

1. Check-in counter adalah fasilitas pengurusan tiket pesawat terkait dengan keberangkatan. Jumlahnya dipengaruhi oleh jumlah penumpang waktu sibuk yang dilayani oleh bandar udara tersebut.
2. Check-in area adalah area yang dibutuhkan untuk penumpang check-in counter. Luasnya dipengaruhi oleh jumlah penumpang waktu sibuk yang dilayani oleh bandar udara tersebut.
3. Rambu/marka terminal bandar udara adalah pesan dan papan informasi yang digunakan sebagai penunjuk arah dan pengaturan sirkulasi penumpang di dalam terminal.
4. Fasilitas *Custom Imigration Quarantina/ CIQ* (untuk bandar udara internasional), ruang tunggu, tempat duduk, dan fasilitas umum lainnya (toilet, telepon, dsb) adalah fasilitas yang harus tersedia pada terminal keberangkatan. Jumlahnya dipengaruhi oleh jumlah penumpang waktu sibuk yang dilayani oleh bandar udara tersebut.
5. Fasilitas hall keberangkatan, dimana hall, ini menampung semua kegiatan yang berhubungan dengan keberangkatan calon penumpang dan dilengkapi kerb keberangkatan, ruang tunggu penumpang, tempat duduk, dan fasilitas umum toilet.

b. Fasilitas Kedatangan

1. Ruang kedatangan adalah ruang yang digunakan untuk menampung penumpang yang turun dari pesawat setelah melakukan perjalanan.

Luasnya dipengaruhi oleh jumlah penumpang waktu sibuk yang dilayani oleh bandar udara tersebut. Fasilitas ini dilengkapi dengan kerb kedatangan dan baggage claim area.

2. *Baggage Conveyor Belt* adalah fasilitas yang digunakan untuk melayani pengambilan bagasi penumpang. Panjang dan jenisnya dipengaruhi oleh jumlah penumpang waktu sibuk yang dilayani oleh bandar udara tersebut.
3. Rambu/marka terminal bandar udara, fasilitas *Custom Immigration Quarantine/ CIQ* (untuk bandar udara internasional) dan fasilitas umum lainnya (toilet, telepon, dsb) adalah kelengkapan terminal kedatangan yang harus disediakan baik jumlah maupun luasnya tersebut

Dalam Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan disebutkan setidaknya terdapat 6 jenis bandar udara yaitu :

- a. Bandar Udara Umum, merupakan bandar udara yang digunakan untuk melayani kepentingan umum.
- b. Bandar Udara Khusus, digunakan untuk melayani kegiatan sendiri guna menunjang kegiatan tertentu.
- c. Bandar Udara Domestik, adalah bandar udara yang hanya melayani rute penerbangan dalam negeri.
- d. Bandar Udara Internasional, adalah bandar udara yang ditetapkan untuk melayani rute penerbangan dalam negeri maupun rute dari dan keluar negeri. Biasanya pada bandar udara internasional dilengkapi dengan fasilitas *Custom Immigration Quarantine (CIQ)*.
- e. Bandar Udara Pengumpul (*hub*) adalah Bandar Udara yang mempunyai cakupan pelayanan yang luas dari berbagai bandar udara yang melayani penumpang atau kargo dalam jumlah besar dan mempengaruhi perkembangan ekonomi secara nasional atau berbasis provinsi.
- f. Bandar Udara Pengumpan (*spoke*) adalah bandar udara bandar udara yang tujuannya untuk menunjang atau bandar udara pengumpul mempunyai cakupan

pelayanan terbatas atau sebagai salah satu prasarana pembantu pelayanan kegiatan lokal.

Definisi bandar udara menurut PT (Persero) Angkasa Pura I adalah lapangan udara, termasuk segala bangunan dan peralatan yang merupakan kelengkapan minimal untuk menjamin tersedianya fasilitas bagi angkutan udara untuk masyarakat. Pada masa awal penerbangan, bandara hanyalah sebuah tanah lapang berumput yang bisa didarati pesawat dari arah mana saja tergantung arah angin. Di masa Perang Dunia I, bandara mulai dibangun permanen seiring meningkatnya penggunaan pesawat terbang dan landas pacu mulai terlihat seperti sekarang. Setelah perang, bandara mulai ditambahkan fasilitas komersial untuk melayani penumpang. Dimasa modern, bandara bukan hanya tempat untuk naik dan turun pesawat. Dalam perkembangannya, berbagai fasilitas ditambahkan seperti toko, restoran, pusat kebugaran, dan butik merek ternama apalagi di bandara baru.

Transportasi udara umumnya dibagi menjadi tiga golongan, yakni angkutan udara, penerbangan umum, dan militer. Kategori penerbangan swasta dan umum selain penerbangan terjadwal yang dilaksanakan penerbangan (*airlines*) meliputi juga penerbangan pribadi dan yang digunakan oleh industri swasta dan komersial untuk mengirimkan barang ataupun alat – alat dan hasil produksi. Dalam kategori penerbangan juga termasuk kegiatan penerbangan non – transport, misalnya untuk keperluan inspeksi penerbangan, pemadam kebakaran, dan lain – lain. Adapun istilah yang berkaitan dengan operasi penerbangan adalah :

- a. Penerbangan terjadwal yang dimaksud adalah penerbangan secara teratur dan tetap pada jalur – jalur tertentu untuk mengangkut penumpang, barang, dan pos.
- b. Penerbangan tidak terjadwal yang dimaksud adalah penerbangan sewaktu - waktu pada jalur - jalur yang diperlukan untuk pengangkutan penumpang, barang, dan pos termasuk penerbangan carteran.

Bandar udara merupakan suatu fasilitas perantara (*interface*) antara transportasi udara dengan transportasi darat yang secara umum fungsinya sama dengan terminal, yakni sebagai:

- a. Tempat pelayanan bagi keberangkatan/kedatangan pesawat.
- b. Untuk bongkar/muat barang atau naik/turun penumpang.
- c. Tempat perpindahan (*interchange*) antar moda transportasi udara dengan moda transportasi yang sama (*transit*) atau dengan moda transportasi yang lainnya.
- d. Tempat klasifikasi barang/penumpang menurut jenis, tujuan perjalanan, dan lain - lain.
- e. Tempat untuk penyimpanan barang (*storage*) selama proses pengurusan dokumen.
- f. Sebagai tempat untuk pengisian bahan bakar, perawatan dan pemeriksaan kondisi pesawat sebelum dinyatakan layak untuk terbang.

Bandar udara secara umum digolongkan dalam beberapa tipe menurut berbagai kriteria yang disesuaikan dengan keperluan penggolongannya, antara lain:

- a. Berdasarkan kriteria fisiknya, bandara dapat digolongkan menjadi seaplane base, stol port (jarak *take – off* dan landing yang pendek), dan Bandar udara konvensional.
- b. Berdasarkan pengelolaan dan penggunaannya, bandar udara dapat digolongkan menjadi dua, yakni bandar udara umum yang dikelola pemerintah untuk penggunaan umum maupun militer atau bandara swasta/pribadi yang dikelola/digunakan untuk kepentingan pribadi/perusahaan swasta tertentu.
- c. Berdasarkan aktivitas rutinnya, bandara dapat digolongkan menurut jenis pesawat terbang yang beroperasi (*enplanements*) serta menurut karakteristik operasinya.

- d. Berdasarkan fasilitas yang tersedia, bandara dapat dikategorikan menurut jumlah runway yang tersedia, alat navigasi yang tersedia, kapasitas hanggar, dan lain sebagainya.
- e. Berdasarkan tipe perjalanan yang dilayani, bandara dapat digolongkan bandara internasional, bandara domestik dan gabungan bandara internasional domestik.

Menurut peraturan direktur jenderal perhubungan udara No. SKEP/77/VI/2005 tentang Persyaratan Teknis Bandar Udara, bandar udara berdasarkan fungsinya dibedakan menjadi tiga bagian, yaitu:

- a. Bandar udara yang merupakan simpul yang merupakan simpul dalam jaringan transportasi udara sesuai dengan hierarki fungsinya yaitu Bandar udara pusat penyebaran dan bukan pusat penyebaran.
- b. Bandar udara sebagai pintu gerbang kegiatan perekonomian Nasional dan Internasional.
- c. Bandar udara sebagai tempat kegiatan alih moda transportasi.

2.3 Apron

Fasilitas Pelataran parkir pesawat udara (*Apron*) adalah fasilitas sisi udara yang disediakan sebagai tempat bagi pesawat saat melakukan kegiatan menaikkan dan menurunkan penumpang, muatan pos dan kargo dari pesawat, pengisian bahan bakar, parkir dan perawatan pesawat. *Apron* merupakan bagian bandar udara yang melayani terminal sehingga harus dirancang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik terminal tersebut. Beberapa pertimbangannya antara lain :

1. Menyediakan jarak paling pendek antara landas pacu dan tempat pesawat berhenti.
2. Memberikan keleluasaan pergerakan pesawat untuk melakukan manuver sehingga mengurangi tundaan.

3. Memberikan cukup cadangan daerah pengembangan yang dibutuhkan jika nantinya terjadi peningkatan permintaan penerbangan atau perkembangan teknologi pesawat terbang.
4. Memberikan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan pengguna secara maksimum.
5. Meminimalkan dampak lingkungan.

2.3.1 Tipe Apron

1. Apron Kargo

Pesawat-pesawat yang khusus mengangkut kargo biasanya diparkir di daerah apron yang berdekatan dengan gedung kargo, yang berjarak agak jauh dari aktifitas penumpang lainnya. *Apron* yang khusus diperuntukkan melayani pesawat-pesawat ini disebut sebagai *apron* kargo.

2. Apron Terminal

Apron terminal adalah areal yang diperuntukkan bagi manuver pesawat dan juga parkir pesawat di dekat terminal. Areal ini merupakan daerah dimana penumpang dapat turun dari ataupun naik pesawat. Selain untuk fasilitas penumpang, apron terminal ini juga dilengkapi dengan fasilitas pengisian bahan bakar ataupun fasilitas perawatan kecil.

3. Apron Parkir

Suatu bandara terkadang memerlukan apron parkir yang agak terpisah, sebagai tambahan apron terminal. Pada apron parkir, pesawat dapat diparkir dalam waktu yang lebih lama. *Apron* jenis ini digunakan selama para crew pesawat beristirahat, ataupun karena diperlukan perbaikan kecil terhadap pesawat. Meskipun letaknya agak terpisah dari apron terminal, hendaknya tidak terlalu jauh. Untuk pesawat kargo dan pesawat angkut, lokasi apron parkir untuk pesawat ini hendaknya dekat dengan lokasi bongkar muat. Hal ini untuk memungkinkan adanya penambahan waktu tunggu. *Apron* jenis ini sering digunakan untuk perawatan ataupun perbaikan

pesawat. Pengaturan posisi parkir atau spacing-nya serupa dengan apron untuk pesawat penumpang biasa. Untuk pesawat kecil atau pesawat eksekutif, hendaknya diperhatikan kemungkinan penggunaan dari kedua jenis pesawat tersebut. Areal parkir untuk kedua jenis pesawat ini diletakkan di dekat base-nya dan agak jauh dari lokasi lainnya, agar tidak mengganggu aktifitas pesawat kargo ataupun pesawat angkut. Konfigurasi apronnya tergantung pada tipe dan jumlah pesawat yang akan dilayani.

4. Apron Hanggar / Apron Service

Apron hanggar merupakan areal/ tempat pesawat keluar masuk hanggar. Sedangkan *apron service* adalah areal di dekat hanggar perbaikan yang digunakan untuk perbaikan ringan.

5. Isolated Apron

Isolated apron adalah apron yang digunakan bagi pesawat-pesawat yang perlu diamankan, misalnya dicurigai membawa bahan peledak. Lokasi apron ini biasanya diletakkan agak jauh dari apron biasa ataupun dari bandara dan bangunan lainnya.

2.3.2 Dimensi Apron

Dimensi *Apron* adalah ukuran yang harus dipenuhi apron untuk menampung pesawat. Hal yang mempengaruhi dimensi apron adalah tipe pesawat dan system parkir pesawat. Jadi untuk menentukan dimensi apron dapat dihitung dengan perumusan dibawah ini:

$$\text{Panjang} = (G \times 2R) + (G \times C) \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\text{Lebar} = L + C + W \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

G = Jumlah gate

R = Radius putar pesawat

C = Jarak pesawat dan pesawat ke gedung terminal (25ft – 35ft)

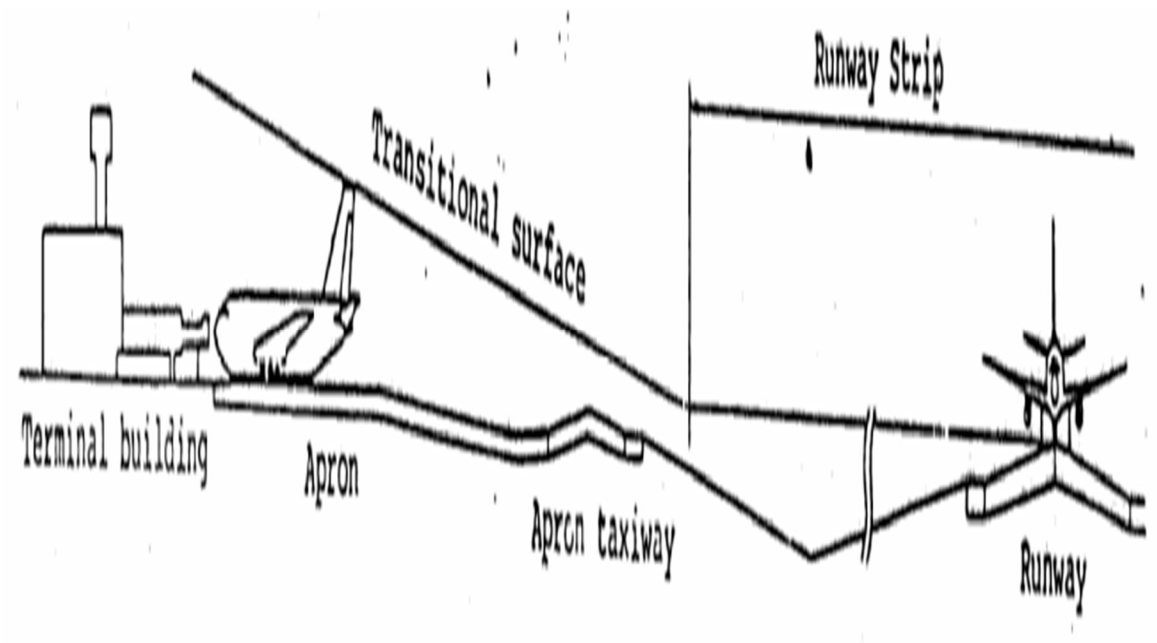
L = Panjang pesawat (ft)

W = Lebar *taxilane* (16ft untuk pesawat kecil dan 29ft untuk pesawat berbadan lebar)

Jika R tidak tersedia, maka nilai R dapat dihitung dengan rumus :

$$R = (wingspan/2) + (wheel\ base/tg60).....(2.3)$$

Sehingga akan diperoleh dimensi apron minimum yang diperlukan.



Gambar 2.1 Penampang Samping Apron
(Sumber : SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

Tabel 2.1. Dimensi Apron

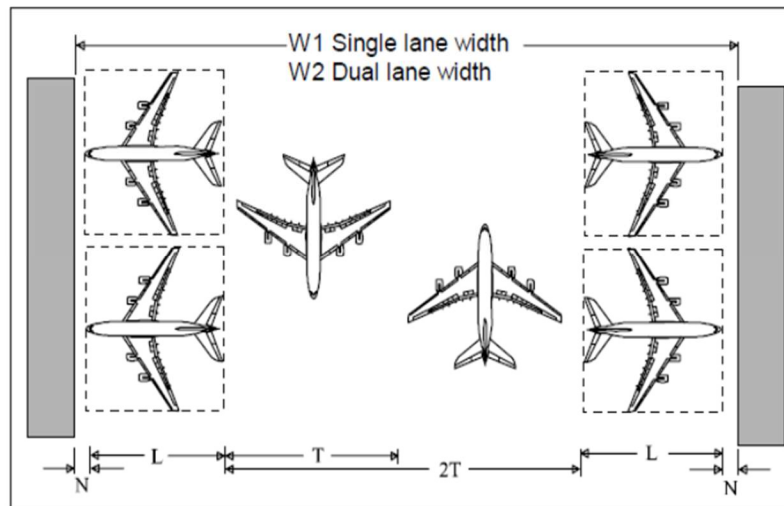
Uraian	Penggolongan pesawat					
	I	II	III	IV	V	VI
1. Dimensi untuk satu pesawat						
a. Slef taxing (45° taxiing)						
o Panjang (m)	40	40	70	70-85	70-85	70-85
o Lebar (m)	25	25	55	55-80	55-80	55-80
b. Nose in						
o Panjang (m)	-	-	95	190	190	190
o Lebar (m)	-	-	45	70	70	70
c. Clearance antar pesawat dengan pesawat di Apron (m)	3	3	4,5	4,5	4,5	4,5
2. Slope/Kemiringan						
a. Ditempat Pesawat Parkir, Maksimum	1 ≤	1 ≤	1 ≤	1 ≤	1 ≤	1 ≤
b. Didaerah Pemuatan Bahan Bakar Pesawat	+ 1/2	+ 1/2	+ 1/2	+ 1/2	+ 1/2	+ 1/2

(Sumber : SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

2.3.3 Kapasitas Apron

Kapasitas apron terkadang menjadi faktor penghambat pada kapasitas ruang udara secara keseluruhan pada bandara dengan luas lahan yang kecil. Kapasitas apron bisa disebut kapasitas dinamis yaitu jumlah pesawat yang dapat ditampung selama satu jam. Kapasitas apron dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah faktor gate yaitu tempat dimana pesawat parkir, faktor yang mempengaruhi kapasitas apron yaitu:

1. Jumlah dan tipe gate pada tiap grup
2. Ukuran gate
3. Gate occupancy time
4. Lay out parkir pesawat di setiap gate



	N	T*	L	W1	W2
Gate Type	Nose to Bldg. Distance	Taxilane OFA Width	Airplane Length	Single Lane Width (2N+T+2L)	Dual Lane Width (2N+2T+2L)
A	30 ft (9 m)	162 ft (49 m)	155 ft (47 m)	532 ft (162 m)	694 ft (212 m)
B	20 ft (6 m)	225 ft (68 m)	160 ft (49 m)	585 ft (179 m)	810 ft (247 m)
C	20 ft (6 m)	225 ft (68 m)	188 ft (57 m)	641 ft (195 m)	866 ft (264 m)
D	15 ft (4.5 m)	276 ft (84 m)	232 ft (71 m)	770 ft (235 m)	1,046 ft (319 m)

Gambar 2.2 Desain Standar Apron
(Sumber : SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

Menurut *George Mason University* (2009) dalam Rahman (2013), *Center for Air Transportation System Research*, *stands/gates* dikategorikan menjadi:

1. Penggunaan khusus (*exclusive use*) adalah penggunaan yang digunakan oleh satu maskapai penerbangan atau sekelompok maskapai penerbangan. Pengaturan dan penggunaan serta jadwal diatur oleh maskapai penerbangan itu sendiri.
2. Penggunaan bersama (*shared or common*) adalah penggunaan yang digunakan oleh lebih dari satu maskapai penerbangan. Pengaturan dan penggunaan apron serta jadwal diatur oleh bandar udara.

Kapasitas apron, dibagi menjadi 2, yaitu:

1. Kapasitas Statis (*Static Capacity*) :
 - a. Jumlah stand/gate yang tersedia.
 - b. Jumlah pesawat yang dapat dilayani oleh apron dalam waktu kapanpun.
2. Kapasitas Dinamis (*Dynamic Capacity*) :
 - a. Jumlah pesawat per jam yang dapat dilayani oleh stand/gate.
 - b. Diperhitungkan transisi antara pelayanan 2 pesawat berbeda.

Untuk menghitung kapasitas apron suatu bandar udara, digunakan persamaan (2.4) di bawah ini:

$$\text{Kapasitas Apron} = \frac{\text{Parking stands}}{\text{minimum interval} / 60} \text{ (pesawat/jam) (2.4)}$$

Dimana :

- | | |
|------------------|---|
| Minimum interval | = SOT+PT+BT (menit) |
| SOT | = <i>Scheduled / Gates Occupancy Time</i> (menit) |
| PT | = <i>Positioning Time</i> (menit) |
| BT | = <i>Buffer Time</i> (menit) |

Minimum interval adalah waktu keseluruhan yang diperlukan pesawat untuk masuk dan keluar dari parking stand. SOT adalah waktu yang dihabiskan pesawat di stand sesuai jadwal. SOT juga sama dengan Scheduled Turn around Time (STT). SOT untuk pesawat kecil dan manuver biasanya adalah 20 menit. Dan untuk pesawat terbang yang besar dengan rute antar benua, lamanya bisa mencapai 4 jam. Sedangkan PT adalah waktu untuk memosisikan pesawat keluar masuk posisi stand/gate. 2-4 menit untuk remote stand, dan PT = 10 menit untuk contact stand karena adanya pergerakan mendorong ke belakang. Buffer Time (BT) adalah waktu untuk memastikan bahwa waktu tercukupi antara waktu keberangkatan pesawat pertama dengan jadwal kedatangan pesawat kedua, untuk memastikan dengan probabilitas yang tinggi bahwa penyimpangan waktu keberangkatan dan kedatangan tidak akan merubah peraturan stand (Rahman, 2013).

Metode perhitungan serupa juga dilakukan oleh Ralph M. Parsons Company (1976). *The Apron and Terminal Building Planning Report* (FAA-RD-75 191), US Department of Transportation (Rahman, 2013). Jumlah parkir pesawat (*parking stand*) yang dibutuhkan di terminal penumpang dapat dihitung dengan rumus (ICAO, 1987):

$$S = \sum \left(\frac{T_i}{60} \times N_i \right) + \alpha \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

S = kebutuhan parkir pesawat (*parking stand*).

T_i = gate occupancy time dalam menit untuk tipe pesawat i.

N_i = jumlah kedatangan pesawat tipe i pada jam puncak.

α = jumlah pesawat tambahan (*ekstra*)

besarnya α :

α = 1 apabila N = 1-9

α = 2 apabila N = 10-18

α = 3 apabila N = 19-27

2.3.4 Penentuan Kapasitas Apron

2.3.4.1 Penempatan Apron

Menurut *Aerodrome Design Manual* (2005), apron saling berhubungan dengan daerah terminal, maka sebaiknya direncanakan dengan mempertimbangkan keberadaan gedung terminal agar dicapai solusi yang optimal. Faktor-faktor umum yang perlu dipertimbangkan dalam penempatan apron adalah :

1. Menyediakan jarak minimum antara *runways* dan tempat parkir pesawat (mengisi bahan bakar, waktu dan pemeliharaan).

2. Menyediakan jalur untuk pesawat bebas bergerak agar menghindari tundaan yang tak perlu (ketepatan jadwal penerbangan).
3. Menyediakan area yang cukup untuk ekspansi dan perkembangan teknologi.
4. Mencapai efisiensi maksimum, keselamatan operasional dan kenyamanan pengguna dari tiap komplek *apron* dan bandara sebagai sebuah sistem keseluruhan.
5. Kerugian yang sekecil mungkin diakibatkan oleh semburan mesin, bising, dan polusi udara. Contohnya pada apron sendiri dan lingkungan sekelilingnya.

2.3.4.2 Ukuran Apron

Menurut *Aerodrome Design Manual* (2005), jumlah ruang yang dibutuhkan untuk tata letak apron tertentu tergantung pada faktor-faktor berikut:

1. Ukuran dan karakteristik kemampuan pesawat untuk bermanouver saat menggunakan *apron*;
2. Volume lalu lintas yang menggunakan apron;
3. Kebutuhan ruang bebas;
4. Tipe dari masuk dan keluarnya pesawat ke tempat parkir pesawat;
5. Tata letak gedung terminal dan gedung lainnya pada bandara;
6. Kebutuhan aktivitas perlengkapan peralatan pesawat di dasar tanah;
7. *Taxiways* dan jalur pelayanan.

2.3.5 Konsep Apron Terminal Penumpang

Desain *apron* terminal penumpang secara langsung berkaitan dengan konsep terminal penumpang. Penjelasan konsep terminal penumpang terdapat pada *Airport Planning Manual*. Perencanaan suatu *apron* berhubungan dengan bangunan terminal. Berikut beberapa konsep apron terminal penumpang menurut *Aerodrome Design Manual* (2005).

2.3.5.1 Simple Concept

Konsep ini dapat diterapkan pada bandara dengan volume lalu lintas yang rendah. Pesawat biasanya diparkir dengan membentuk sudut (*angled*) baik konfigurasi *nose-in* atau *nose-out* untuk *self-taxi in* dan *taxi out*. Pertimbangan harus diberikan untuk menyediakan jarak bebas yang cukup antara tepi apron dengan sisi udara bagian depan terminal untuk mengurangi dampak buruk dari semburan mesin jet. Jika tidak ada jarak bebas yang cukup, harus disediakan pagar untuk menahan semburan mesin jet. Perluasan apron dapat dilakukan bertahap sesuai dengan permintaan, tetapi dapat menyebabkan sedikit gangguan pada operasional bandara.

2.3.5.2 Linear Concept

Konsep linear dapat dikatakan sebagai tahap lanjutan dari pada simple concept. Pesawat dapat diparkir dengan konfigurasi parkir bersudut (*angled*) maupun parallel. Namun, konfigurasi parkir *nose-in/push-out* dengan jarak bebas minimum antara tepi apron dan terminal lebih sering digunakan pada konsep ini karena penggunaan ruang apron yang lebih efisien dan penanganan pesawat dan penumpang yang lebih mudah. Usaha untuk konfigurasi parkir *nose-in* relatif mudah dan sederhana bagi pesawat untuk melakukan maneuver ke posisi parkir. Konfigurasi parkir *push-out* dalam pengoperasiannya menyebabkan sedikit gangguan pada aktivitas apron di sampingnya. Namun, dapat diatasi oleh traktor penarik dan operator yang terdidik. Pada bandara dengan lalu lintas yang padat, menjadi sebuah kebutuhan untuk menyediakan *taxiway apron* ganda untuk mengurangi halangan yang diakibatkan dari pengoperasian konfigurasi parkir *push-out*. Koridor antara tepi apron dan bagian depan terminal dapat digunakan untuk sirkulasi lalu lintas apron, dan pada daerah sekitar hidung pesawat yang diparkir dapat digunakan untuk tempat parkir peralatan layanan dasar. Ketika lebar *apron* direncanakan untuk memenuhi panjang pesawat terpanjang, konsep linear memiliki

banyak fleksibilitas dan memiliki kemungkinan untuk diperluas seperti pada *simple concept* dan hampir mirip dengan konsep *apron* terbuka.

2.3.5.3 Pier (finger) Concept

Ada beberapa variasi pada konsep ini, berdasarkan bentuk dari pier. Pesawat dapat diparkir pada kedua sisi dari pier, baik bersudut (*angled*), parallel atau tegak lurus (*nose-in*). Jika hanya ada satu pier, konsep parkir linear memiliki keuntungan paling besar apabila diterapkan untuk aktivitas sisi udara dengan pengecualian bahwa konsep *pier* memiliki kemungkinan penambahan luas yang terbatas. Ketika terdapat dua atau lebih *pier*, perlu diperhatikan untuk memberi ruang yang cukup antara kedua pier. Jika masing-masing pier melayani jumlah *gate* yang banyak, mungkin perlu disediakan *taxiway* ganda di antara dua *pier* untuk menghindari konflik antara pesawat yang masuk dan meninggalkan posisi *gate*. Hal yang penting diperhatikan adalah menyediakan ruang yang cukup antara dua atau lebih *pier* untuk melayani pesawat yang lebih besar di masa yang akan datang.

2.3.5.4 Satellite Concept

Satellite concept merupakan sebuah unit satelit, yang dikelilingi oleh *gate position* pesawat, terpisah dari terminal. Akses penumpang ke satelit dari terminal biasanya melalui koridor bawah atau jembatan untuk penggunaan ruang apron sebaik-baiknya, namun juga dapat diakses melalui permukaan daratan. Tergantung pada bentuk satelitnya, pesawat dapat diparkir secara radial, *parallel* atau konfigurasi lainnya di sekitar satelit. Ketika pesawat diparkir secara radial, operasi *push-back* mudah dilakukan tapi membutuhkan ruang *apron* yang lebih besar. Jika konfigurasi parkir pesawat berbentuk baji digunakan, tidak hanya membutuhkan tikungan tajam yang merepotkan untuk *taxiing* ke *gate position*, tapi juga menciptakan kemacetan lalu lintas peralatan dasar di sekitar satelit. Kekurangan dari konsep ini adalah kesulitan dalam menambah ruang dimana berarti butuh membuat unit gedung satelit baru untuk menambah jumlah *gate position*.

2.3.5.5 Transporter (oper) Apron Concept

Konsep ini mungkin dapat dikatakan sebagai *apron* terbuka atau *apron* jarak jauh. *Apron* ini mungkin ideal untuk pesawat, dekat dengan *runway* dan jauh dari gedung lainnya, konsep ini memungkinkan menyediakan keuntungan untuk pengoperasian pesawat, seperti jarak *taxiing* yang lebih pendek, *self manoeuvring* yang mudah, kemudahan pergerakan pesawat dan kemungkinan perluasan apron. Namun, konsep ini membutuhkan transportasi untuk mengangkut penumpang, bagasi dan kargo yang lebih jauh dari dan ke terminal sehingga konsep ini dapat membuat masalah kemacetan lalu lintas pada sisi udara.

2.3.5.6 Hybrid Concept

Konsep *hybrid* berarti mengkombinasikan lebih dari satu konsep yang disebutkan di atas. Pada umumnya mengkombinasikan konsep transporter dengan konsep lainnya untuk mengatasi jam puncak. Tempat parkir pesawat yang terletak jauh dari gedung terminal biasanya disebut sebagai *remote aprons* atau *remote stands*.

2.4 Konfigurasi Parkir Pesawat

Konfigurasi parkir pesawat berkaitan dengan bagaimana cara pesawat akan masuk dan meninggalkan tempat parkir pesawat (*parking stand*), baik dengan kemampuan pesawat itu sendiri (*self-manoeuvring*) maupun ditarik dan didorong dengan alat bantu (*tractor assisted*). Pada peraturan umum, konfigurasi parkir nose-in biasa ditemukan pada bandara dengan lalu lintas yang ramai, dimana biaya operasi traktor dibenarkan agar penggunaan ruang lebih efisien dengan lahan apron yang terbatas. Berikut adalah macam-macam konfigurasi parkir pesawat (Sartono, 1992):

2.4.1 Nose-In

Pada konfigurasi hidung ke dalam (*nose-in*), pesawat diparkir tegak lurus terhadap gedung terminal, dengan hidung pesawat berjarak sedekat mungkin dengan gedung terminal. Keuntungan dari konfigurasi parkir ini adalah:

1. Tingkat kebisingan yang rendah ketika memosisikan diri, karena tidak membutuhkan kegiatan memutar (*turning*).
2. Semburan panas jet tidak langsung mengarah ke gedung terminal.
3. Pintu depan pesawat dekat dengan gedung terminal yang menyebabkan mudahnya penumpang untuk naik dan turun dari pintu depan.
4. Tidak memerlukan lahan parkir yang luas.

Kerugian yang ditimbulkan dari konfigurasi ini adalah:

1. Membutuhkan kekuatan yang besar ketika bermanuver (*maneuvering*) agar pesawat dapat keluar dari tempat parkir pesawat (*parking stand*).
2. Pintu belakang pesawat terletak jauh dari gedung terminal.

2.4.2 Angled nose-in

Konfigurasi parkir ini serupa dengan konfigurasi parkir hidung ke dalam (*nose-in*) tetapi pesawat diparkir tidak tegak lurus gedung terminal melainkan bersudut. Keuntungannya konfigurasi ini memungkinkan pesawat untuk parkir dan keluar dari parking stand dengan tenaganya sendiri (*self-maneuvering*) tidak dengan alat bantu (*tractor assisted*). Kerugian dari konfigurasi ini ialah membutuhkan lahan yang lebih luas dari konfigurasi *nose-in* karena proses *maneuvering* dan suara bising yang lebih tinggi.

2.4.3 Nose-out

Pada konfigurasi hidung ke luar (*nose-out*), pesawat diparkir tegak lurus terhadap gedung terminal, dengan ekor pesawat berjarak sedekat mungkin dengan gedung terminal. Keuntungan dari konfigurasi parkir ini adalah:

1. Membutuhkan tenaga yang sedikit ketika pesawat bermanuver (*maneuvering*) untuk keluar dari parking stand.
2. Letak pintu belakang pesawat yang dekat dengan gedung terminal sehingga memudahkan penumpang untuk naik dan turun melalui pintu belakang.

Kerugian yang ditimbulkan dari konfigurasi ini adalah:

1. Semburan panas dari pesawat mengarah langsung ke arah gedung terminal
2. Letak pintu depan pesawat jauh dari gedung terminal.

2.4.4 Angled nose-out

Konfigurasi parkir ini serupa dengan konfigurasi parkir hidung ke luar (*nose out*) tetapi pesawat diparkir tidak tegak lurus gedung terminal melainkan bersudut. Keuntungannya konfigurasi ini memungkinkan pesawat untuk parkir dan keluar dari parking stand dengan tenaganya sendiri (*self-maneuvering*) tidak dengan alat bantu (*tractor assisted*). Kerugian dari konfigurasi ini ialah membutuhkan lahan yang lebih luas dari konfigurasi *nose-in* maupun *nose out* karena proses *maneuvering* dan suara bising yang lebih tinggi serta semburan jet yang langsung mengarah gedung terminal.

2.4.5 Parallel

Konfigurasi parkir *parallel* adalah konfigurasi parkir dengan posisi pesawat diparkirkan sejajar gedung terminal. Konfigurasi ini jika dilihat merupakan konfigurasi yang paling mudah dalam hal manuver pesawat. Keuntungan dari konfigurasi parkir ini ialah:

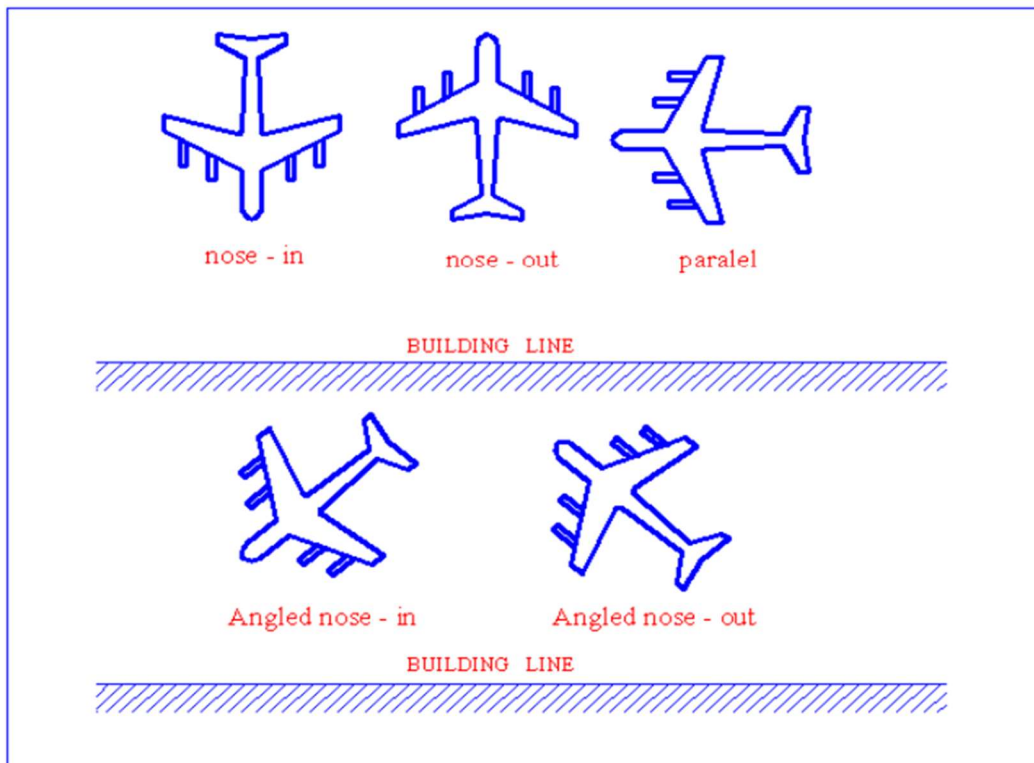
1. Kebisingan dan semburan panas pesawat ke arah gedung terminal dapat dikurangi, karena tidak diperlukan gerakan memutar yang tajam (*maneuvering*).

2. Memungkinkan pesawat untuk parkir dan keluar dari parking stand dengan tenaganya sendiri (*self-maneuvering*) tidak dengan alat bantu (*tractor assisted*).
3. Pesawat lebih mudah untuk masuk dan keluar dari parking stand.
4. Pintu depan maupun belakang pesawat lebih dekat dengan gedung terminal sehingga memudahkan proses naik-turunnya penumpang.

Kerugian yang ditimbulkan dari konfigurasi ini adalah:

1. Konfigurasi ini membutuhkan luas lahan yang lebih besar dibanding konfigurasi lain.
2. Semburan panas dari pesawat langsung menuju *gate position* yang berdekatan.

Untuk memperjelas uraian mengenai konfigurasi parkir pesawat dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3. Konfigurasi Parkir Pesawat
(Sumber : ICAO,1987)

2.5 Karakteristik Pesawat

Apabila pesawat ditinjau dari karakteristiknya terdapat dua macam karakteristik pesawat, yaitu karakteristik fisik pesawat dan karakteristik operasional pesawat.

2.5.1 Karakteristik Fisik Pesawat

Menurut Horonjeff (2010), ada empat karakteristik fisik pesawat, yang pertama standar dimensi, konfigurasi roda pesawat atau *landing gear configuration*, berat pesawat, dan yang terakhir tipe mesin pesawat. Dari keempat karakteristik di atas, yang paling menentukan dalam perancangan apron terkait kapasitas, luas dan jumlah apron adalah karakteristik standar dimensi, yang meliputi :

a. Panjang Pesawat

Panjang pesawat terbang didefinisikan sebagai jarak dari ujung depan pesawat, atau badan utama pesawat, sampai ujung belakang bagian ekor, yang dikenal sebagai empennage. Panjang pesawat terbang digunakan untuk menentukan panjang dari area parkir pesawat, hanggar. Selain untuk melayani layanan bandara komersial, panjang dari pesawat terbesar yang melakukan setidaknya lima keberangkatan per hari menentukan jumlah kebutuhan penyelamatan pesawat dan peralatan pemadam kebakaran di lapangan terbang.

b. Lebar Pesawat

Bentang sayap atau lebar dari pesawat terbang didefinisikan sebagai jarak dari ujung sayap ke ujung sayap pada sayap utama pesawat terbang. Bentang sayap atau lebar dari pesawat terbang digunakan untuk menentukan lebar dari area parkir pesawat terbang dan jarak antar gerbang, serta untuk menentukan lebar dan jarak pemisah dari *runways* dan *taxiways* di lapangan terbang.

c. Tinggi pesawat

Tinggi maksimum dari pesawat terbang biasanya didefinisikan sebagai jarak dari dasar tanah ke puncak atau bagian paling atas dari ekor pesawat terbang. Hanya pada kasus yang jarang, tinggi maksimum pesawat terbang ditemukan di tempat lain

pada bagian pesawat terbang, contohnya, tinggi maksimum *Airbus Beluga* ini dicatat sebagai jarak dari dasar tanah ke bagian atas dari pintuk masuk bagian depan ketika sepenuhnya terbuka.

d. Wheel Base

Wheel base dari pesawat terbang ditentukan sebagai jarak antara pusat roda pesawat utama dan pusat roda pada bagian depan pesawat, atau rodaekor, pada kasus pesawat *tail-wheel*. *Wheel track* pada pesawat didefinisikan sebagai jarak antara bagian luar roda utama pada pesawat terbang. *Wheel base* dan *wheel track* pada pesawat terbang menentukan minimum radius putar, yang sangat menentukan dalam mendesain *turn off taxiways*, persimpangan, dan daerah lain pada sebuah lapangan udara yang membutuhkan pesawat untuk berputar.

e. Radius Putar

Radius putar adalah fungsi dari sudut putar roda pada bagian depanpesawat. Semakin besar sudut putar, semakin kecil jari-jari putar pesawatuntuk berbelok. Dari pusat rotasi, jarak ke berbagai bagian pesawat terbang, seperti ujung sayap, hidung, atau ekor pesawat, mengakibatkan sejumlah jari-jari. Radius terbesar adalah yang terpenting untuk menentukan daerah bebas ke bangunan atau ke pesawat yang berdekatan. Radius putar minimum sesuai dengan maksimum sudut putar roda depan pesawat terbang yang telah ditentukan oleh produser pesawat terbang. Maksimum sudut putar pesawat terbang bervariasi dari 60° sampai 80° , meskipun untuk tujuan desain, sering diterapkan sudut putar kemudi sekitar 50° .

2.5.2 Karakteristik Operasional Pesawat

Karakteristik operasional pesawat memengaruhi lamanya parkir tiap jenis pesawat, karena bermacam-macam jenis pesawat berbeda-beda pula lama pengoperasiannya. Selain itu, maskapai penerbangan dalam pelayanannya memberikan fasilitas pelayanan yang berbeda-beda, sehingga memengaruhi

kendaraan dan alat pelayanan yang akan beroperasi. Pengoperasian kendaraan dan alat pelayanan yang berbeda-beda mengakibatkan lama parkir yang berbeda-beda meskipun memiliki jenis pesawat yang sama.

2.6 Klasifikasi Pesawat

Untuk melayani penerbangan yang banyak dan memiliki rute yang berbeda-beda baik penerbangan dalam maupun luar negeri, berbagai maskapai menyediakan bermacam-macam jenis pesawat mulai dari pesawat berbadan ramping (*narrow body*) maupun pesawat berbadan lebar (*wide body*). Tabel 2.2, Tabel 2.3, dan Tabel 2.4 berikut memperlihatkan klasifikasi tiap pesawat berdasarkan *International Civil Aviation Organization* (ICAO), Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, dan *Federal Aviation Administration* (FAA):

Tabel 2.2 Klasifikasi pesawat menurut ICAO

<i>Code Letter</i>	<i>Wingspan (m)</i>	<i>Outer Main Gear (m)</i>	<i>Example aircraft</i>
A	WS < 15	OMG < 4,5	<i>All single engine aircraft, some business jets.</i>
B	$15 \leq \text{WS} < 24$	$4,5 \leq \text{OMG} < 6$	<i>Commuter aircraft, large business jets (EMB-120, Saab 2000, Saab 340, etc.)</i>
C	$24 \leq \text{WS} < 36$	$6 \leq \text{OMG} < 9$	<i>Medium-range transports (B 727, B 737, MD-80)</i>
D	$36 \leq \text{WS} < 52$	$9 \leq \text{OMG} < 14$	<i>Heavy transports aircraft (B757, A 300, B 767)</i>
E	$52 \leq \text{WS} < 65$	$9 \leq \text{OMG} < 14$	<i>Heavy transports aircraft (B747, A 340, B 777)</i>
F	$65 \leq \text{WS} < 80$	$14 \leq \text{OMG} < 16$	A 380, Antonov 225

(Sumber: ICAO *Aerodrome Design Manual*, 2006)

Tabel 2.3 Klasifikasi pesawat menurut Dirjen Perhubungan Udara

Kode Huruf	Penggolongan Pesawat	Bentang Sayap (m)	<i>Outer Main Gear</i> (m)
A	I	$l < 15$	OMG < 4,5
B	II	$15 \leq l < 24$	$4,5 \leq \text{OMG} < 6$
C	III	$24 \leq l < 36$	$6 \leq \text{OMG} < 9$
D	IV	$36 \leq l < 52$	$9 \leq \text{OMG} < 14$
E	V	$52 \leq l < 65$	$9 \leq \text{OMG} < 14$
F	VI	$65 \leq l < 80$	$14 \leq \text{OMG} < 16$

(Sumber: Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, 2005)

Tabel 2.4 Klasifikasi pesawat menurut FAA

<i>Design Group</i>	<i>Wingspan (ft)</i>	<i>Example aircraft</i>
A	<49	Cessna 152-210 Beechcraft A36
B	$49 \leq l < 79$	Saab 2000, EMB-120, Saab 340, Canada AirRJ-100
C	$79 \leq l < 118$	B 737, MD-80, A320
D	$118 \leq l < 171$	B 757, B 767, A 300
E	$171 \leq l < 214$	B 747, B 777, MD-11, A 340
F	$214 \leq l < 262$	A 380, Antonov 225

(Sumber: FAA *Aircraft Design*)

2.7 Metode Peramalan Lalu Lintas

Menurut Horonjeff (2010), terdapat metode peramalan atau teknik yang dipakai dalam meramalkan lalu lintas udara mulai dari penilaian subjektif hingga pemodelan matematika canggih. Pemilihan metodologi tertentu berdasarkan fungsi dari penggunaan peramalan, ketersediaan data, kompleksitas dan kecanggihan teknik, sumber daya yang tersedia, waktu di mana peramalan diperlukan dan akan digunakan, dan tingkat presisi yang diinginkan. Ada tiga

metode utama, yaitu: metode *time series*, metode *market share*, dan pemodelan ekonometrik. Ketiga metode ini memiliki karakteristik dan faktor-faktor pertimbangan yang berbeda-beda.

2.7.1 Metode Time Series

Analisis *time series* atau *ekstrapolasi* didasarkan pada suatu pengujian pola historis aktivitas dan mengasumsikan bahwa faktor-faktor yang menentukan variasi lalu lintas di masa lalu akan terus menunjukkan hubungan serupa dimasa mendatang. Teknik ini memanfaatkan data tipe rangkaian waktu (*timeseries*) dan menganalisis pertumbuhan dan laju pertumbuhan yang berhubungan dengan kegiatan penerbangan. Dalam prakteknya, kecenderungan berkembang dalam situasi dimana pertumbuhan suatu variabel adalah stabil baik secara mutlak maupun persentase, terdapat peningkatan bertahap atau penurunan laju pertumbuhan, atau terdapat indikasi yang jelas dari suatu kecenderungan kejenuhan dari waktu ke waktu. Teknik statistik digunakan untuk membantu mendapatkan hasil proyeksi yang akurat dan bisa diandalkan. Analisis pola permintaan pada umumnya membutuhkan batas atas dan bawah yang ditempatkan pada peramalan dan statistik yang digunakan untuk menentukan tingkat kepercayaan di manaproyeksi yang spesifik diharapkan menjadi valid. Dari variasi dalam tren dan batas atas dan batas bawah ditempatkan pada ramalan yang biasanya dikembangkan. Cukup sering teknik *smoothing* yang dimasukkan ke dalam peramalan untuk mengeleminasi jangka pendek, musiman, fluktuasi dalam pola pada aktivitas yang dinyatakan menunjukkan tren atau pola siklus dalam jangka panjang.

2.7.2 Metode Market Share

Teknik peramalan yang digunakan untuk membagi proporsi kegiatan penerbangan berskala besar ke tingkat yang lebih rendah atau lokal disebut *market share*, *rasio*, atau *model top down*. Yang berkaitan dengan penggunaan metode tersebut adalah demonstrasi bahwa proporsi kegiatan skala besar yang dapat

diserahkan kepada tingkat lokal adalah kuantitas yang teratur dan dapat diprediksi. Metode ini telah menjadi teknik yang mendominasi untuk permintaan peramalan penerbangan pada tingkat lokal dan metode ini yang paling umum digunakan dalam menentukan pangsa total aktivitas lalu lintas nasional yang akan digunakan oleh wilayah tertentu, lalu lintas, atau bandara. Data historis diperiksa untuk menentukan rasio lalu lintas bandara setempat terhadap total lalu lintas nasional dan tren yang dipastikan. Berdasarkan sumber yang berasal dari luar, tingkat proyeksi aktivitas nasional dapat ditentukan dan nilai-nilai ini kemudian diberikan ke bandara lokal berdasarkan tren yang diamati dan diproyeksikan. Metode rasio ini paling sering digunakan dalam pengembangan peramalan skala kecil untuk perencanaan sistem bandara regional atau rencana induk (*master plan*) bandara.

2.7.3 Pemodelan Ekonometrik

Teknik yang paling canggih dan kompleks dalam permintaan peramalan bandar udara adalah penggunaan model ekonometrik. Metode tren ekstrapolasi tidak secara eksplisit menguji hubungan yang mendasari antara deskripsi aktivitas yang diproyeksikan dan banyak variabel yang memengaruhi perubahan tersebut. Ada berbagai faktor yang memengaruhi penerbangan yaitu faktor keterjangkauan ekonomi, sosial, pasar dan faktor operasional. Untuk menilai dengan benar dampak dari perubahan yang diprediksi dalam sektor-sektor lain di masyarakat atas permintaan penerbangan dan untuk menginvestigasi efek dari asumsi alternatif pada penerbangan. Model ekonometrik yang berhubungan dengan ukuran aktivitas penerbangan untuk faktor-faktor ekonomi dan sosial adalah teknik yang sangat berguna dalam meramalkan masa depan.

2.8 Regresi Dan Korelasi

2.8.1 Regresi

Menurut Usman dan Akbar (2006), Regresi merupakan suatu alat ukur yang juga dapat digunakan untuk mengukur ada atau tidaknya korelasi antar variabel.

Jika kita memiliki dua buah variabel atau lebih maka sudah selayaknya apabila kita ingin mempelajari bagaimana variabel-variabel itu berhubungan atau dapat diramalkan. Analisis regresi berguna untuk mendapatkan hubungan fungsional antara dua variabel atau lebih. Selain itu analisis regresi berguna untuk mendapatkan pengaruh antar variabel prediktor terhadap variabel kriteriumnya atau meramalkan pengaruh variabel prediktor terhadap variabel kriteriumnya.

Analisis regresi mempelajari hubungan yang diperoleh dinyatakan dalam persamaan matematika yang menyatakan hubungan fungsional antara variabel-variabel. Hubungan fungsional antara satu variabel prediktor dengan satu variabel kriterium disebut analisis regresi sederhana (tunggal), sedangkan hubungan fungsional yang lebih dari satu variabel disebut analisis regresi ganda. Analisis regresi lebih akurat dalam melakukan analisis korelasi, karena pada analisis itu kesulitan dalam menunjukkan slop (tingkat perubahan suatu variabel terhadap variabel lainnya dapat ditentukan). Dengandemikian maka melalui analisis regresi, peramalan nilai variabel terikat pada nilai variabel bebas lebih akurat pula. Persamaan regresi linier dari Y terhadap X dirumuskan sebagai berikut:

$$Y = a + bX \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana:

- Y = variabel terikat
- X = variabel bebas
- a = intersep atau konstanta regresi
- b = koefisien regresi/slop

Harga b merupakan fungsi dari koefisien korelasi. Bila koefisien korelasi tinggi, maka harga b juga tinggi sebaliknya bila koefisien korelasi rendah maka harga b juga rendah (kecil). Selain itu bila koefisien korelasi negatif maka harga b juga negatif, dan sebaliknya bila koefisien korelasi positif maka harga b juga positif. Selain itu harga a dan b dapat dicari dengan rumus berikut :

$$a = \frac{(\sum F_i)(\sum K_i^2) - (\sum K_i)(\sum K_i F_i)}{n \sum K_i^2 - (\sum K_i)^2} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$b = \frac{\eta \sum (K_i F_i) - (\sum K_i)(\sum F_i)}{\eta \sum (K_i^2) - (\sum K_i)^2} \dots\dots\dots (2.8)$$

dimana:

n = jumlah data dalam bilangan bulat positif 1, 2, 3..., n

2.8.2 Korelasi

Untuk menganalisis hubungan antara dua variabel atau lebih yang bersifat kuantitatif, digunakan salah satu teknik statistik yang disebut analisis korelasi.

a. Koefisien Korelasi

Untuk mengetahui hubungan antara variabel dependen dengan variabel independen. Nilai koefisien korelasi (r) akan berkisar $-1 \leq r \leq 1$. Jika:

$r = -1 \Rightarrow$ kedua variabel mempunyai hubungan linier sempurna (membentuk garis lurus) negatif. Korelasi sempurna seperti ini mempunyai makna jika nilai X naik, maka nilai Y turun dan berlaku sebaliknya.

$r = 1 \Rightarrow$ kedua variabel mempunyai hubungan linier sempurna (membentuk garis lurus) positif. Korelasi sempurna seperti ini mempunyai makna jika nilai X naik, maka nilai Y juga naik.

$r = 0 \Rightarrow$ tidak ada hubungan antara dua variabel.

Rumus koefisien korelasi:

$$r = \frac{n \sum K_i F_i - (\sum K_i)(\sum F_i)}{\sqrt{\{n \sum K_i^2 - (\sum K_i)^2\}} \sqrt{\{n \sum F_i^2 - (\sum F_i)^2\}}} \dots\dots\dots (2.9)$$

b. Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi (R²) didefinisikan sebagai nisbah antara variasi terdefinisi dengan variasi total pada persamaan 2.10 :

$$R^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{\sum (y_i - y_2)^2} \dots\dots\dots (2.10)$$

Nilai sama dengan satu (*perfect explanation*) dan nilai sama dengan nol (*no explanation*) adalah batas limit daripada koefisien determinasi. Nilai antara kedua batas limit ini ditafsirkan sebagai persentase total variasi yang dijelaskan untuk analisa regresi linier.

2.9 Metode Perhitungan Jam Puncak

2.9.1 Metode Japan Internasional Cooperation Agency (JICA)

Nilai koefisien permintaan angkutan lalulintas pada jam sibuk (C_p) perlu dirumuskan terlebih dahulu apabila ingin menganalisis besarnya penumpang dan pergerakan pada jam sibuk. Menurut *Japan International Cooperated Agency* (JICA), 1991 mengenai kondisi penerbangan di Indonesia dalam digunakan persamaan berikut :

$$M_d = \frac{M_y}{365} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$C_p = \frac{1,38}{\sqrt{M_d}} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$M_p = C_p \times M_d \dots\dots\dots (2.13)$$

dimana:

M_y = pergerakan pesawat udara tahunan

M_d = pergerakan pesawat udara harian

C_p = faktor jam puncak

M_p = pergerakan pesawat udara jam puncak

2.9.2 Metode Pignataro

Untuk mengetahui tingkat pergerakan pesawat maksimum ketika kondisi jam puncak maka perlu dilakukan perhitungan volume jam puncak. Pada penelitian

Tugas Akhir ini digunakan metode Pignataro. Menurut Pignataro (1973), berdasarkan data eksisting jumlah rata-rata pergerakan harian dalam satu tahun dan jumlah pergerakan pesawat pada bulan puncak dalam satu tahun, dapat diketahui rasio jumlah pergerakan pesawat bulan puncak terhadap jumlah pergerakan pesawat total satu tahun. Dapat dilihat padapersamaan berikut:

$$R_{month} = \frac{N_{month}}{N_{year}} \dots\dots\dots (2.14)$$

dimana:

R_{month} = peak month ratio

N_{month} = jumlah pergerakan total pesawat saat bulan puncak

N_{year} = jumlah pergerakan total pesawat selama satu tahun

Rasio jumlah pergerakan pesawat pada hari puncak terhadap jumlahpergerakan pesawat bulan puncak adalah:

$$R_{day} = \frac{N_{day}}{N_{month}} \dots\dots\dots (2.15)$$

dimana:

R_{day} = peak day ratio

N_{month} = jumlah pergerakan total pesawat saat bulan puncak

N_{day} = jumlah pergerakan total pesawat dalam satu hari

Rasio jumlah pergerakan pesawat pada jam puncak terhadap jumlahpergerakan pesawat selama satu hari adalah:

$$R_{hour} = \frac{N_{hour}}{N_{day}} \dots\dots\dots (2.16)$$

dimana:

R_{hour} = peak hour ratio

N_{hour} = jumlah pergerakan total pesawat saat jam puncak

N_{day} = jumlah pergerakan total pesawat dalam satu hari

Untuk memperkirakan jumlah pergerakan pesawat tahun rencana pada kondisi jam puncak yaitu dengan mengalikan nilai R dengan peramalan jumlah pergerakan harian rata-rata pada bulan puncak tahun rencana:

$$N_{peak} = N_{year} \times R_{month} \times R_{day} \times R_{hour} \dots\dots\dots (2.17)$$

dimana:

N_{peak} = jumlah pergerakan pesawat pada jam puncak

N_{year} = jumlah pergerakan pesawat pada tahun rencana

R_{month} = peak month ratio

R_{day} = peak day ratio

R_{hour} = peak hour ratio

2.10 Metode Optimalisasi Apron

Ada tiga faktor yang menentukan luas apron, yang pertama jumlah *parking stand*, lalu ukuran *parking stand*, dan yang terakhir adalah *layout parkir* pesawat pada setiap *parking stand*. Ukuran *parking stand* tergantung pada ukuran pesawat, radius berputar pesawat, dan konfigurasi parkir pesawat. Jumlah *parking stand* yang dibutuhkan tergantung dari jumlah pesawat yang harus ditampung pada jam rencana dan lamanya si pesawat parkir pada suatu *parking stand*.

Dalam menghitung jumlah parking stand yang dibutuhkan pada masa mendatang, Rahman (2013) pada penelitiannya menggunakan langkah- langkah sebagai berikut:

1. Tetapkan kelas pesawat yang harus ditampung dan persentase dari komposisi

tersebut.

2. Tetapkan waktu pemakaian parking stand untuk tiap kelas pesawat.
3. Tetapkan pergerakan pesawat total rencana per jam dan persentase pesawat yang datang pada tahun ke- n .
4. Hitung volume kedatangan dan keberangkatan pesawat pada jam puncak dengan mengalikan pergerakan pesawat dengan rasio jam puncak (R_{month} , R_{day} , R_{hour}).
5. Membandingkan pergerakan pesawat pada jam puncak dengan kapasitas eksisting Bandar Udara Kualanamu setelah mengalami perpidahan pesawat untuk mengetahui apakah kapasitas apron eksisting sudah terlampaui. Bila sudah terlampaui maka harus dilakukan optimalisasi.
6. Solusi optimalisasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengusulkan desain konfigurasi parking stand baru atau perluasan apron.