

PERENCANAAN PELEBARAN APRON BANDAR UDARA DENGAN METODE *FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION* (*FAA*)

(Studi Kasus Pelebaran Apron Bandar Udara Abdul Rachman Shaleh Malang)

Helmi Hermawan¹, Marjono², Trias Rahardianto³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

E-mail: helmy_ksa20@yahoo.co.id

Abstract

Current conditions of available capacities at Abdul Rachman Saleh Airport Malang can only accomodate four planes. The increasing number of aircraft departures and arrivals at The airport by 4.7 percent per year, requires accordance with the requirements. Due to the increasing numbers of departure and arrival, apron enlargement design for the next five year was made using FAA method. The objective of the study is to find out the area of the apron enlargement, pavement depth including the time and cost. CBR data were obtained from Polytechnic soil laboratory, arrival, departure and layout data were from Department of Transportation Malang. From data obtained FAA method is used to determine the enlargement and pavement depth . The calculations result in 11,253 m² apron enlargement at a depth of 24 cm at IDR 4,897,100,000 in 133 work days.

Keywords: enlargement apron, apron pavement, FAA

1. PENDAHULUAN

Apron adalah bagian dari lapangan gerak darat suatu bandar udara yang berfungsi untuk menaikkan, menurunkan penumpang dan muatan, pengisian bahan bakar, parkir, dan persiapan pesawat terbang sebelum melanjutkan penerbangan. Pada umumnya perencanaan antara 5 - 20 tahun, hal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi kebutuhan masyarakat akan layanan transportasi udara yang bersifat fluktuatif. Kondisi kapasitas apron yang tersedia pada bandar udara Abdul Rachman Shaleh saat ini hanya dapat menampung 4 pesawat, menurut data dari dinas perhubungan bandar udara pada tahun 2011 jumlah keberangkatan pesawat adalah 2283 dan kedatangan 2284, sedangkan pada 2012 jumlah keberangkatan 2392 dan kedatangan 2392 kali. Oleh sebab itu apron perlu diperlebar. Perencanaan perkerasan yang merupakan struktur utama pada konstruksi apron harus mampu menerima beban pesawat yang direncanakan dengan tepat

Berdasarkan masalah di atas maka perlu dilakukan perhitungan kenaikan jumlah keberangkatan dan kedatangan pesawat pada tahun 2018 untuk mengetahui jumlah *gate* yg diperlukan agar dapat dihitung pelebaran yg diperlukan, tebal perkerasan, biaya pelaksanaan dan waktu pelaksanaan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Pesawat Terbang

Sebelum merancang pengembangan sebuah lapangan terbang, dibutuhkan pengetahuan karakteristik pesawat terbang secara umum untuk merencanakan prasarannya. Karakteristik pesawat terbang antara lain:

1. Berat (*Weight*): berat pesawat diperlukan untuk merencanakan tebal perkerasan dan kekuatan apron.
2. Ukuran (*Size*): lebar dan panjang pesawat mempengaruhi dimensi apron.
3. Kapasitas Penumpang: Kapasitas penumpang berpengaruh terhadap perhitungan perencanaan kapasitas landasan apron.

2.2. Pengertian Apron

Apron didefinisikan sebagai tempat terbuka pada suatu bandara yang dapat memuat pesawat yang bertujuan menaikkan dan menurunkan penumpang, barang pos atau muatan, mengisi bahan bakar, parkir

serta pemeliharaan. Apron dapat diklasifikasikan menurut maksud dan tujuan utama. Kebutuhan dan ukuran apron sebaiknya diperkirakan berdasarkan pada tipe dan ramalan volume lalu lintas pada suatu bandara. Selain sebagai tempat keberadaan pesawat, apron dihubungkan oleh *taxiways*, jalan layanan apron dan parkir untuk perlengkapan layanan, dapat dimasukkan dalam satu bagian sistem apron. (Horonjeff :hlm. 252).

A. Parameter perencanaan apron

1. Penempatan Apron: Apron saling berhubungan dengan daerah terminal, maka sebaiknya direncanakan dengan mempertimbangkan keberadaan gedung terminal agar dicapai solusi yang optimal.
2. Ukuran apron: Perencanaan suatu apron secara teliti bergantung pada maksud dan tujuannya.
3. Konfigurasi parkir pesawat: tipe parkir adalah posisi parkir pesawat terhadap gedung terminal dan cara pesawat tersebut bergerak memasuki dan keluar dari tempat parkirnya.

B. Perencanaan apron/menentukan posisi terminal

Perencanaan suatu apron sangat berhubungan dengan rencana bangunan terminal. Dimana posisi terminal mempengaruhi letak parkir pesawat. Beberapa konsep dilihat dari sudut pandang apron:

1. Konfigurasi parkir hidung ke dalam (*Nose-In*)
2. Konfigurasi Parkir Hidung ke Dalam Bersudut
3. Konfigurasi Parkir Hidung ke Luar Bersudut (*Nose – Out*)
4. Konfigurasi Parkir Sejajar (Pararel)
5. *Pier (Finger) Concept*
6. *Satellite Concept*
7. *Transporter Concept*

2.3. Jumlah Aircraft Gate

Jumlah *Aircraft gate* pada Bandar udara ditentukan oleh perkiraan arus kedatangan pesawat setiap jam dalam perencanaan awal. Hal ini berarti jumlah *gate* tergantung dari jumlah pesawat yang harus dilayani selama jam pelayanan setiap hari dan total waktu yang diperlukan pesawat selama di *gate*. Untuk perencanaan apron secara keseluruhan, jumlah pesawat yang dilayani secara simultan di apron merupakan fungsi dari volume lalu-lintas udara yang besarnya dihitung berdasarkan estimasi volume jam puncak lalu-lintas udara dengan memperhatikan juga kapasitas maksimum *runway* yang ada (*balanced airport design*). *Gate* tergantung dari ukuran pesawat dan tipe operasi penerbangannya di Bandar udara tersebut, apakah transit atau *turnaround flight*. Pesawat yang lebih besar memerlukan waktu yang lebih lama untuk pelayanan pesawat udara seperti *cabin service* serta pelayanan rutin lainnya, *preflight planning* dan pengisian bahan bakar.

Perkiraan jumlah *aircraft gate* yang dibutuhkan suatu bandar udara harus memperhatikan langkah-langkah berikut ini:

1. Identifikasi jenis pesawat
2. Tentukan *gate occupancy time* rata-rata
3. Tentukan total *hourly design* volume dan kedatangan atau keberangkatan pesawat
4. Setelah itu akan didapatkan *hourly design* volume untuk kedatangan dan keberangkatan, yaitu berupa perkalian antara kedatangan/ keberangkatan dengan total hourly design volume. Dari hasil yang didapat diambil nilai yang terbesar (*arrival hourly design volume*).
5. Jumlah *gate* (G) dapat ditentukan dengan Persamaan 1.

$$G = \frac{C \times T}{\mu} \quad (1)$$

dimana:

- G = Jumlah *gate position*
 C = Jumlah pesawat perjam
 T = waktu diambil (per 60 menit)
 μ = Faktor keamanan (0,6-0,8)

2.4. Ukuran Gate

Ukuran *gate* tergantung dari ukuran dari pesawat serta tipe perkir pesawat di depan *gate*. Ukuran dari pesawat menentukan luas areal yang diperlukan untuk parkir dan bermanuver di apron. Ukuran pesawat juga menentukan karakteristik dari peralatan servis yang diperlukan untuk pelayanan pesawat di apron (*ground handling*). Tipe pesawat menentukan luas areal yang diperlukan untuk bermanuver sampai posisi parkir yang diinginkan.

Secara umum badan-badan penerbangan dan pabrik pesawat terbang telah menyediakan pedoman untuk masing-masing pesawat berupa gambar dan diagram yang terdiri dari dimensi pesawat dan radius belok yang diperlukan. Pedoman ini dapat dipakai untuk menentukan ukuran *aircraft gate*. Untuk menentukan *clearance* antar pesawat dapat dilihat seperti Tabel 1.

Tabel 1. *Wing tip Clearance* yang disarankan oleh ICAO

Code Letter	Air Craft Wing Span	Clearance
A	Up to but including 15 m (49 ft)	3,0 m (10 ft)
B	15 m (49 ft) up to but not including 24 m (79 ft)	3,0 m (10 ft)
C	24 m (79 ft) up to but not including 36 m (118 ft)	4,5 m (15 ft)
D	36 m (118 ft) up to but not including 52 m (171 ft)	7,5 m (25 ft)
E	52 m (171 ft) up to but not including 60 m (197 ft)	7,5 m (25 ft)

Sumber : Horonjeff. Robert, 1994.

2.5. Estimasi Volume Penerbangan

Rancangan suatu bandara dikembangkan berdasarkan ramalan jangka pendek sekitar 5 tahun, menengah 10 tahun dan panjang 20 tahun. Analisa pengguna jasa adalah tinjauan terhadap tingkatan permintaan yang berpengaruh terhadap kondisi eksisting suatu bandara, melalui perhitungan korelasi antara pertumbuhan jumlah penumpang dan faktor ekonomi yang dapat diestimasi

Makin panjang jangka prakiraan, ketepatannya makin berkurang dan harus dilihat sebagai suatu pendekatan saja. (Horonjeff, 1994)

1. Regresi Linier: Regresi Linier mempunyai satu variabel bebas yang berguna untuk mencari harga variabel terikat. Fungsi tersebut diuraikan dalam Persamaan 2.

$$Y = a + bX \quad (2)$$

Y merupakan variabel terikat, sedangkan X variabel bebas.

dimana:

Y : variabel yang dicari

a,b : suatu konstanta

X : variabel bebas

2. Regresi Majemuk: Analisa Regresi Majemuk terdiri dari satu variabel tak bebas dan lebih dari satu variabel bebas. Pada umumnya analisa regresi majemuk lebih dominan digunakan dalam berbagai kasus. Hal ini disebabkan oleh banyaknya variabel yang perlu dianalisis bersama dan digunakan Persamaan 3.

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 \quad (3)$$

2.6. Metode Perencanaan Perkerasan

Struktur perkerasan terdiri dari beberapa lapisan yang mempunyai kekerasan dan daya dukung berbeda. Perkerasan dimaksudkan untuk melayani pesawat yang akan beroperasi di atasnya dengan aman dan nyaman, sehingga dibutuhkan daya dukung yang cukup serta permukaan yang rata. Perencanaan struktural dalam perencanaan bandara ini adalah penentuan tebal perkerasan dan bagian-bagiannya.

1. Perencanaan Perkerasan Rigid

Perkerasan Rigid, terdiri dari slab-slab beton, digelar di atas granular atau subbase coarse yang telah distabilkan (dipadatkan), ditunjang oleh lapisan tanah asli yang dipadatkan disebut subgrade, pada kondisi-kondisi tertentu kadang-kadang subbase tidak diperlukan.

2. Menentukan Nilai k

Selain tanah survei dan analisis dan klasifikasi kondisi tanah dasar, penentuan modulus fondasi diperlukan untuk desain perkerasan kaku. Modulus pondasi harus dibebankan ke lapisan tanah dasar, yaitu, lapisan bawah semua lapisan structural dengan menggunakan Persamaan 4.

$$k = \left[\frac{1500 \times \text{CBR}}{26} \right]^{0,7788} \tag{4}$$

3. Menghitung Equivalen

Metode FAA (*Federal Aviation Administration*) Metode ini adalah metode yang paling umum digunakan dalam perencanaan lapangan terbang. dikembangkan oleh Badan Penerbangan Federal Amerika. Merupakan pengembangan dari metode CBR.

Langkah – langkah menentukan tebal perkerasan kaku dengan metode FAA

- a. Membuat “*Annual Departure*” dari tiap – tiap pesawat yang harus dilayani landasan itu.
- b. Menentukan tipe roda pendaratan untuk setiap tipe pesawat.
- c. Hitung *Maximum Take Off Weight* (MTOW) dari setiap tipe pesawat.
- d. Menentukan Pesawat rencana dengan prosedur.
- e. Konversikan tipe roda pendaratan tiap tipe pesawat yang diramalkan harus dilayani ke pesawat rencana dengan menggunakan faktor pengali seperti Tabel 2.

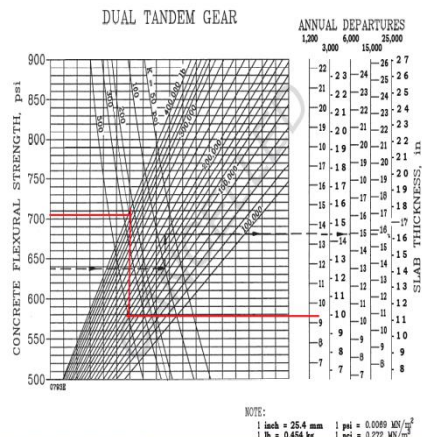
Tabel 2. Faktor pengali

Konversi dari	ke	Faktor pengali
Single Wheel	Dual Wheel	0,8
Single Wheel	Dual tendem	0,5
Dual Wheel	Dual tendem	0,6
Double dual	Dual tendem	1
Dual tendem	Single Wheel	2
Dual tendem	Dual Wheel	1,7
Dual Wheel	Single Wheel	1,3
Double dual	Dual Wheel	1,7

Sumber: *Horonjeff. Robert, 1994.*

- f. Tentukan *Wheel Load* tiap tipe pesawat, 95% MTOW ditopang oleh roda pendaratan. Bagi pesawat berbadan lebar MTOW dibatasi sampai 300.000lbs (136.100 kg) dengan roda dual tendem.
- g. Hitung *Equivalent Annual Departure*.
Equivalent Annual Departure terhadap pesawat rencana dihitung dengan Persamaan 5.

$$\text{Log R1} = \text{Log R2} \left(\frac{W1}{W2} \right)^{\frac{1}{2}} \tag{5}$$
 dimana:
 R1 = *Equivalent annual departure* pesawat rencana
 R2 = *Annual departure* pesawat-pesawat campuran
 W1 = Beban roda dari pesawat rencana
 W2 = Beban roda dari pesawat-pesawat campuran
- h. Gunakan harga–harga: *flexural strength*, harga k, MTOW pesawat rencana dan *Equivalent annual departure* total sebagai data untuk menghitung perkerasan rigid dengan kurve rencana yang sesuai. (Ir. Heru Basuki, 2009)
 Setelah dihitung diplotkan pada grafik seperti Gambar 1. untuk mendapatkan tebal perkerasan.



Gambar 1. Grafik penentuan tebal perkerasan.

2.7. Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya suatu proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk kebutuhan bahan, upah, peralatan serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek. Anggaran biaya merupakan harga dari suatu proyek yang harus dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat-syarat yang telah ditentukan berdasarkan spesifikasi yang ditentukan.

2.8. Penjadwalan Proyek

Jadwal adalah suatu pendataan urutan pekerjaan atau kegiatan dalam suatu rangkaian yang akan terjadi yang dibuat dalam hal ini adalah daftar waktu dan kegiatan yang menjelaskan suatu aktivitas yang pasti diselesaikan untuk mencapai satu tujuan atau satu sasaran yang telah ditentukan. Jadwal merupakan hal yang mendasar untuk keberhasilan pelaksanaan suatu proyek.

Maksud dari pembuatan jadwal pelaksanaan (*time schedule*) adalah agar peneliti mempunyai pedoman dalam menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan tahapan-tahapan yang pasti.

3. METODE PEMBAHASAN

3.1. Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah:

1. Metode Observasi
 Observasi adalah pengamatan langsung di lapangan pada suatu permasalahan yang ditinjau.
2. Metode Wawancara/ *interview*
 Wawancara adalah salah satu cara untuk mendapatkan informasi dan data dengan mengajukan beberapa pertanyaan secara langsung kepada pihak yang berkompeten.
3. Studi Kepustakaan
 Studi kepustakaan adalah cara mendapatkan informasi dan data dari referensi-referensi yang berasal dari buku-buku maupun catatan kuliah untuk melengkapi informasi dan data yang diperoleh.

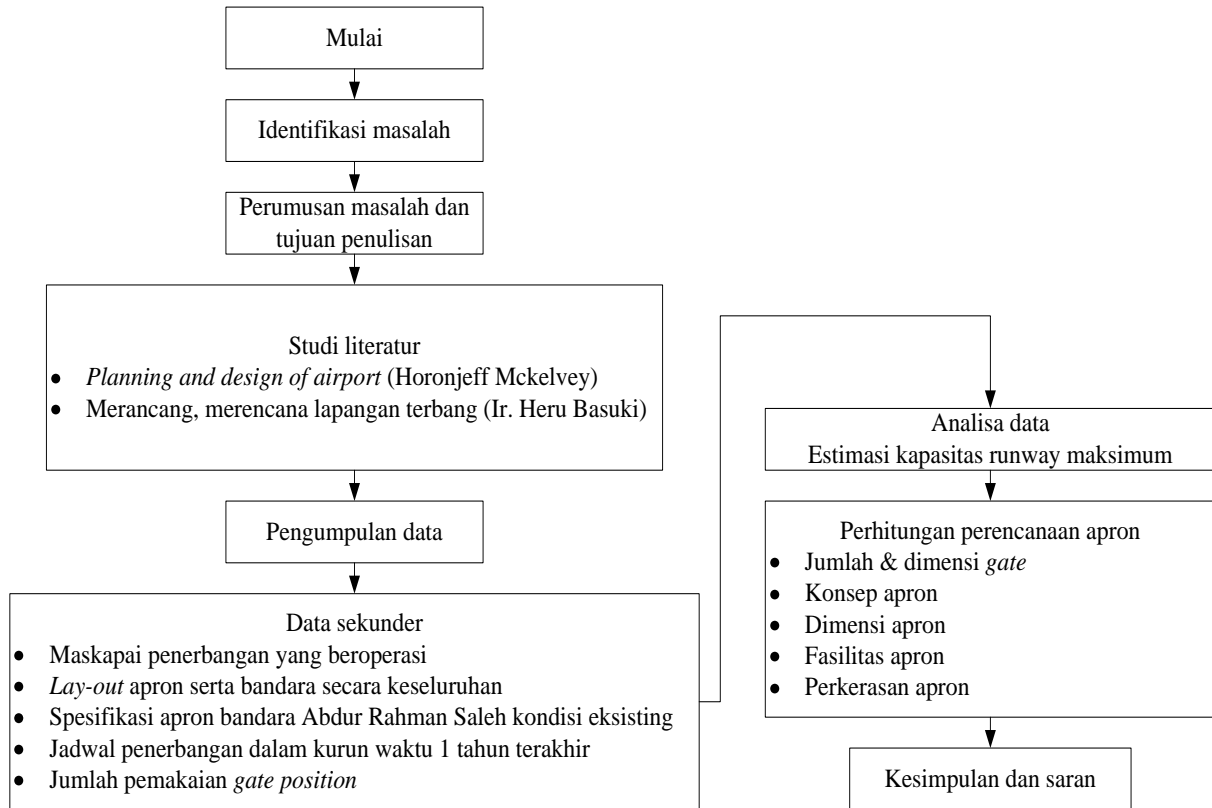
3.2. Analisa Data

Setelah dilakukan pengumpulan data, data tersebut dipilah, dikompilasi dan di analisa agar diketahui kebutuhan dalam perencanaan pelebaran apron bandar udara sampai umur rencana.

1. Analisa data pengguna lalu lintas bandar udara yang meliputi model pesawat, penumpang, barang dan jasa.
2. Analisa komponen bandara.
3. Analisa tanah yang akan digunakan untuk apron

3.3. Bagan Alir Pembahasan

Alur pembahasan yang dilakukan seperti Gambar 2.



Gambar 2. Bagan alir perencanaan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Eksisting Bandar Udara

Kondisi Eksisting pada saat ini adalah:

1. Kondisi Eksisting *Runway* saat ini adalah 2070 m jadi kelas bandar udara Abdurachman Saleh menurut ICAO adalah 4C. seperti Tabel 3.

Tabel 3. *Aerodrome reference codes*

Aerodrome Code Number	Reference Field Length (m)	Aerodrome Code letter	Wingspan (m)	Outer Main Gear Wheel Span (m)
1	<800	A	<15	< 4,5
2	800-<1200	B	15-<24	4,5-< 6
3	1200-<1800	C	24-<36	6 -< 9
4	≥ 1800	D	36-<52	9 -< 14
		E	52-<65	9 -<14

Sumber : ICAO

2. Kondisi Eksisting lebar *Exit Taxiway* saat ini 23 m dan panjang 330 m. Jadi kelas *taxiway* bandar udara menurut ICAO adalah E.

4.2. Data Perhitungan Pelebaran Apron

Apron ialah suatu areal parkir pesawat untuk memuat dan menurunkan barang. Tempat naik dan turunnya penumpang pesawat. Perencanaan apron dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Data pesawat

Pesawat yang beroperasi di bandar udara seperti Tabel 4.

Tabel 4. Jenis pesawat yang beroperasi

Jenis Maskapai	Jenis Pesawat
Sriwijaya : SJ-251	Boeing 737-300
Sriwijaya : SJ-249	Boeing 737-300
Garuda : GA-291	Boeing 737-500
Garuda : GA-293	Boeing 737-500
Citilink : QG-9243	Airbus A320
Wings Air : JT 1841	ATR 72-500

Sumber : DISHUB

2. Pengolahan data pertumbuhan pesawat

Perhitungan menggunakan rumus dari grafik Polinomial yaitu $Y=10x^2-40122x+4000000$, dari rumus tersebut dapat diketahui jumlah pertumbuhan pesawat sampai tahun rencana seperti Tabel 5.

Tabel 5. Tabel pertumbuhan pesawat

NO	X	Y	i	B 737-300	B 737-500	ATR 72-500	Airbus A320	Forecast Annual
1	2011	363726758						2284
2	2012	364088936	0,09948					2392
3	2013	364451314	0,09943	1080	720	360	360	2520
4	2014	364813892	0,09939	1187	791	396	396	2770
5	2015	365176670	0,09934	1214	809	405	405	2833
6	2016	365539648	0,09930	1259	839	420	420	2937
7	2017	365902826	0,09926	1348	899	449	449	3146
8	2018	366266204	0,09921	1616	1077	539	539	3771

Sumber : Perhitungan

3. Menentukan *gate position*

Pesawat yang beroperasi di bandar udara Abdulrachman Saleh dalam sehari ada tujuh pesawat yaitu B737-300 dua pesawat, B737-200 satu pesawat, B737-500 dua pesawat, ATR72-500 satu pesawat, dan airbus A320 satu pesawat. Bandar udara Abdulrachman Saleh beroperasi mulai pukul 07-00 sampai dengan 17-00.

Menentukan jumlah pesawat perjam dengan menggunakan Persamaan 6.

$$\text{Jumlah pesawat perjam} = \frac{\text{Jumlah pesawat per hari}}{\text{waktu operasi lapangan terbang}} \tag{6}$$

$$\text{Jumlah pesawat perjam} = \frac{7}{11} = 0,63 \approx 1 \text{ pesawat perjam}$$

Menentukan *gate position* untuk tiap jenis pesawat digunakan Persamaan 7.

$$G = \frac{c \times T}{\mu}$$

$$G = \frac{1 \times \frac{60}{0,8}}{0,8} = 1,25 \text{ gate position} \tag{7}$$

Asumsi di persiapkan *Gate Position* untuk pesawat yang mengalami perbaikan = 1 *gate position*

Asumsi dipersiapkan *Gate Position* untuk pesawat yang tidak terjadwal = 1 *gate position*

Jadi jumlah *gate position* = 1,25+1+1 = 3,25 ≈ 4 *gate position*

Dari tipe pesawat yang ada, maka tipe *gate* pesawat adalah B737-300, B737-200 B737-500, ATR72-500, dan airbus A320 menggunakan tipe *gate* C.

4. Menentukan Pelebaran Apron

Apron di bandar udara Abdul Rachman Saleh saat ini memiliki luas 200mx110m= 22000m². Untuk mengetahui jumlah *gate position* di Tahun 2018 dilakukan dengan metode perbandingan jumlah

pergerakan pesawat di tahun yang ditinjau dengan jumlah pergerakan pesawat dan jumlah *gate position* yang digunakan di tahun 2013. Kebutuhan *gate position* pada tahun 2018 seperti Tabel 6.

Tabel 6. Tabel pertumbuhan pesawat

Tahun Ke	Tahun	Forecast Annual Departure	Jumlah gate yg dibutuhkan
1	2011	2284	4
2	2012	2392	4
3	2013	2520	4
4	2014	2770	4
5	2015	2833	4
6	2016	2937	5
7	2017	3146	5
8	2018	3771	6

Untuk menentukan luas *gate position* pada tahun 2018 dihitung dengan jenis tipe *gate* yaitu tipe C, Jenis pesawat Airbus A320 menggunakan *gate position* tipe C sebagai patokan pesawat yang saat ini memiliki bentuk pesawat terbesar.

Dengan data sebagai berikut:

Gate Tipe C

1. *Wing Span* = 34.1 m

2. *Length* = 37.6 m

$$P = 6 \cdot 34,1 + 5 \cdot 4,5 + 2 \cdot 37,6 = 302,3\text{m}$$

Lebar mengikuti lebar apron sebelumnya yaitu 110m.

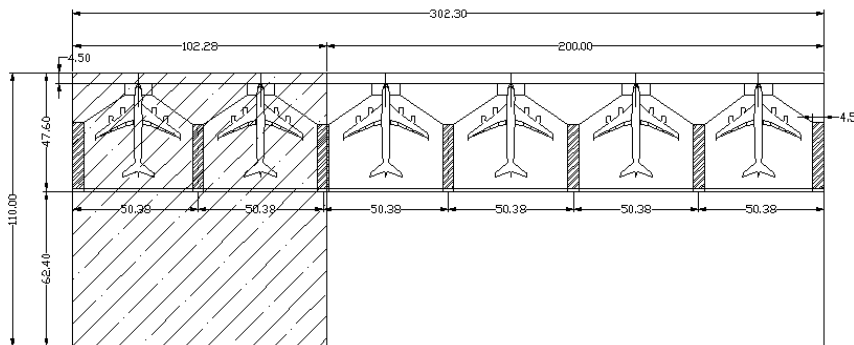
Jadi luas apron adalah:

$$L = 302,3 \times 110\text{m} = 33252\text{m}^2$$

Jadi luas pelebaran apron adalah:

$$L = 33253\text{m}^2 - 22000\text{m}^2 = 11253\text{m}^2$$

Dari perhitungan tersebut dapat digambar seperti Gambar 4.



Gambar 4. Layout Pelebaran Apron

4.3. Menghitung Perkerasan Apron

Data yang diperlukan dalam perencanaan tebal perkerasan metode FAA cara manual adalah sebagai berikut:

- Nilai CBR *Subgrade* : 24,78%
 - Tipe Roda Pendaratan Pesawat rencana : *Dual Wheel*
 - Berat pesawat rencana : 77000kg = 169756 lbs, berat maksimum didapat dari spesifikasi pesawat airbus A320
- Menghitung *equivalent annual departure* perhitungan seperti Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan *equivalent annual departure*

Jenis Pesawat	Susunan Roda	MTOW		Keberangkatan tahunan		W2	W1	Log R1	R1
		(Lbs)	(Kg)	R2	R2'				
B 737-300	Dual Wheel	139553	63300	1616	970	33144	40317	2,71	510
B 737-500	Dual Wheel	133380	60500	1077	646	31678	40317	2,49	310
Airbus A320	Dual Wheel	169756	77000	539	323	40317	40317	2,51	323
ATR 72-500	Dual Wheel	50265	22800	539	323	11938	40317	1,37	23
									1167

Sumber: Perhitungan

2. Menentukan *Flexural Strength*

Untuk menentukan kuat lentur/*Flexural Strength* dipergunakan Persamaan 8.

$$MR = k \times \sqrt{fc'} \tag{8}$$

dimana: MR = *Flexural Strength*, K = konstanta (nilai 8,9,10), fc' = Kuat tekan beton (Psi)

Direncanakan, mutu beton yang dipergunakan adalah beton dengan mutu K- 350 = 350 Kg/cm² = 4.977 Psi dan nilai k=10, sehingga diperoleh nilai *flexural strength* sebesar:

$$MR = 10 \times \sqrt{4977} = 705,48 \text{ Psi}$$

Setelah didapat nilai MR (*Modulus of Rupture* atau modulus keruntuhan atau kuat lendut) lalu kita plot pada grafik untuk masing-masing pesawat nilai kuat lentur, harga k, MTOW, dan keberangkatan tahunan. Pesawat Airbus A320, Kuat lentur = 705,48 Psi, MTOW = 169756 lbs = 77000 kg, dan Keberangkatan tahunan = 1167, maka

$$k = \left[\frac{1500 \times CBR}{26} \right]^{0,7788} = \left[\frac{1500 \times 24,28}{26} \right]^{0,7788} = 282,1 \text{ pci}$$

Dari Grafik didapat tebal perkerasan kaku sebesar 9,3 Inchi atau sama dengan 23,6 cm ≈ 24 cm

3. Menghitung tulangan beton dan *joint*

Jumlah besi yang diperlukan untuk penulangan pada perkerasan rigid ditentukan dengan Persamaan 9.

$$As = \frac{0,64L\sqrt{L \times t}}{Fs} \tag{9}$$

dimana :

As : luas penampang slab (cm²), L : panjang/lebar slab (cm), t : tebal slab (cm), fs : tegangan tarik baja (Kg/cm²)

Direncanakan baja tulangan dengan mutu U-32, fs = 3200 kg/cm², Tebal perkerasan beton (t) = 24 cm, dan Panjang slab beton (L) = 500 cm

Tulangan melintang :

$$As = \frac{0,64 \times 500 \sqrt{500 \times 24}}{3200} = 10,95 \text{ cm}^2, \text{ direncanakan menggunakan tulangan D-13 mm, dimana:}$$

$$\text{Luas penampang (As)} = \frac{1}{4} \pi D^2 = 1,327 \text{ cm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan : } n = \frac{10,95}{1,327} = 8,25 \approx 9 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan : } n = \frac{500}{9} = 55 \text{ cm}$$

Jadi tulangan yang dipakai adalah D13 mm – 55 cm

Untuk Tulangan Joint dapat dilihat seperti Tabel 8.

Tabel 8. *Dimensions and spacing of steel dowels*

Thickness of Slab	Diameter	Length	Spacing
6-7 in (152-178 mm)	¾ in (20 mm)	18 in (460 mm)	12 in (305 mm)
7.5-12 in (191-305 mm)	1 in (25 mm)	19 in (480 mm)	12 in (305 mm)
12.5-16 in (318-406 mm)	1 ¼ in (30 mm)	20 in (510 mm)	15 in (380 mm)
16.5-20 in (419-518 mm)	1 ½ in (40 mm)	20 in (510 mm)	18 in (460 mm)
20.5-24 in (521-610 mm)	2 in (50 mm)	24 in (610 mm)	18 in (460 mm)

Sumber : FAA(*Federal Aviation Administration*)

Tebal Perkerasan 24 cm = 240 mm jadi digunakan diameter 25mm atau D25, Panjang 480mm dan jarak antar tulangan 305 mm.

4.4. Analisa Perhitungan Anggaran Biaya

Untuk menghitung anggaran biaya perencanaan pelebaran apron terlebih dahulu menghitung harga satuan pekerjaan seperti Tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi perhitungan anggaran biaya

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	81.793.650,00
II	PEKERJAAN TANAH	344.198.537,10
III	PEKERJAAN PONDASI	333.560.542,57
IV	PEKERJAAN BETON	3.682.372.413,35
V	FINISHING	10.000.000,00
A. Jumlah Total		4.451.925.143,02
B. Pajak :		
* PPN, (10 %)		445.192.514,30
C. Total Biaya, (B + A)		4.897.117.657,32
D. Dibulatkan		4.897.100.000,00

Sumber : Perhitungan

5. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari hasil pembahasan skripsi ini, yaitu sebagai berikut:

1. Luas pelebaran Apron yang dibutuhkan sampai tahun 2018 11253m^2 , tebal perkerasan beton 24 cm, menggunakan besi D13mm jarak 550 mm dan mutu beton K-350.
2. Biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan pelebaran Apron Rp. 4.897.100.000 dan waktu pelaksanaan 133 hari.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, Heru 2009. *Merancang, Merencana Lapangan Terbang*. P.T. Alumni, Bandung.
- FAA, 1988. *Planning and Design Guidelines For Airport Terminal Facilities*. Us Departement of Transport, United Satate Of America.
- FAA, 1988. *Airport Pavement Design dan Evaluation*. Us Departement of Transport, United Satate Of America.
- R. Horonjeff. 1994. "Planning and Design of Airport" United States: McGraw Hill.