

**PERENCANAAN PERLUASAN APRON MENGGUNAKAN KONSTRUKSI
RIGID DI TERMINAL BARU BANDAR UDARA INTERNASIONAL AHMAD
YANI SEMARANG**

Danesia Raka Panduwinata⁽¹⁾, Sukamto⁽²⁾, Ika Endrawijaya⁽³⁾

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

Abstrak: Dengan tingginya pergerakan pesawat udara pada waktu jam puncak maka dikhawatirkan terjadi waktu tunggu antar pesawat udara yang akan mendarat dikarenakan kurangnya penyediaan kapasitas *apron*. Demi menunjang kelancaran maka perlu adanya perluasan *apron* untuk dapat menampung seluruh pergerakan pesawat udara pada waktu jam puncak. Oleh karena itu tugas akhir ini disusun guna menyampaikan bagaimana merencanakan perluasan dan tebal perkerasan *apron* yang standar dengan mengacu pada *Internasional Civil Aviation Organization (ICAO)* serta penulisan tugas akhir ini digunakan metode deskriptif analisis. Sesuai hasil perhitungan maka pengembangan dimensi *apron* yang direncanakan adalah 820 x 131,5 m untuk penambahan 20 *parking stand* dan juga diperoleh tebal perkerasan keseluruhan *apron* adalah 64,8 cm. Termasuk tebal slab beton 39,4 cm dengan mutu beton K-400 dan tebal *subbase* 25,4 cm untuk *subgrade* dengan CBR 6%.

Kata Kunci : Pergerakan pesawat udara pada jam puncak, perluasan *apron*, perkerasan *rigid*

Abstract *With the high airplane movements during peak hours, it is feared that there will be a waiting time between airplanes that will be landing because of the lack of apron capacity. In order to support the smoothness, the apron necessary to be expanded to accommodate all aircraft movements during peak hours. Therefore this final project is structured to convey how to plan the expansion and standard thickness of the apron pavement by referring to the International Civil Aviation Organization (ICAO) and writing this final project using descriptive analysis method. According to the result of the calculation, the development of the planned apron dimensions is 820 x 131,5 m for the addition of 20 parking stand and obtained the overall pavement thickness of the apron is 64.8 cm. Including 39.4 cm of concrete slab thickness with K-400 concrete quality and subbase 25.4 cm to subgrade with CBR 6%.*

Keywords : *Movement of aircraft during peak hours, extended apron, Rigid pavement.*

Pendahuluan

Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang merupakan salah satu bandar udara internasional yang dikelola oleh PT. Angkasa Pura 1 (Persero), yang berfungsi sebagai pintu gerbang dan ujung tombak lalu lintas udara bagian utara Jawa Tengah, khususnya Semarang. Bandar udara ini melayani penerbangan domestik dan internasional.

Saat ini Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang memiliki *apron* dengan luas 72.522 m² dan hanya dapat menampung 21 buah pesawat udara dengan tipe pesawat udara kelas 4C dan 3C. Sedangkan jumlah pergerakan pesawat udara saat jam puncak adalah 35 pergerakan. Kondisi ini menyebabkan kapasitas *apron* kurang tercukupi, sehingga terjadi waktu tunggu antar pesawat udara yang baru mendarat di *taxiway*. Hal ini akan berpengaruh terhadap aktifitas penerbangan di Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang.

Landasan Teori

Apron

Fasilitas sisi udara ini berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan penumpang dan muatan, bahan bakar, parkir, dan persiapan pesawat udara sebelum melanjutkan penerbangan. Area ini terdiri dari tempat parkir pesawat udara (*aircraft gates, aircraft stands, atau ramps*) dan jalur khusus sirkulasi pesawat udara masuk/keluar dari tempat parkir (*taxilane*). Ukuran dan letak *gate* harus didesain sesuai karakter pesawat udara yang menggunakan *gate* tersebut. Beberapa karakteristik yang dimaksud seperti lebar sayap, panjang, dan radius belok pesawat udara serta keperluan kendaraan-kendaraan yang menyediakan perawatan untuk pesawat udara selama berada di *gate*. Pemikiran dan Konfigurasi Pesawat Udara

Dalam pengaturan lain yang dapat dijadikan pedoman untuk penetapan cara pemarkiran dan penempatan pesawat udara di bandar udara adalah Surat

Keputusan Jenderal Perhubungan Udara Nomor: Skep/100/1985 tanggal 12 November 1985

pada Bab VI bagian ke empat pasal 44, tentang “Pemarkiran Pesawat Udara”

Adapun tipe konfigurasi yang di standarkan oleh ICAO diatur dalam *Document 9184 – AN/902 Airport Planning Manual I Master Planning edisi kedua tahun 1987 Chapter 7.2.3*, Mengenai Konfigurasi Pesawat udara seperti pada gambar diatas, dijelaskan bahwa konfigurasi pesawat udara dibedakan menjadi 4, yaitu :

- a) *Angle Nose-In*
- b) *Nose – in*
- c) *Angel Nose – Out*
- d) *Pararell*

Metode Peramalan Pergerakan Pesawat Udara

Metode yang dipakai dalam peramalan pergerakan pesawat udara adalah dengan menggunakan analisis regresi sederhana. Berikut bentuk umum persamaan regresi linier sederhana :

$$Y_i = a + bX_i; \quad i = 1,2,3, \dots N$$

Karena data hasil observasi terhadap sampel acak berukuran n, maka untuk mendapatkan persamaan regresi $Y = a + bX$, perlu dihitung a dan b dengan metode kuadrat kekeliruan terkecil (*least square error methods*).

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

dan b dapat dicari dengan :

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Untuk menentukan *peak month movement* (volume pergerakan pesawat udara tersibuk), adalah dengan cara mencari nilai *peak month ratio*. Pada perumusan (pignataro, 1973) dalam jurnal “*Arif susetyo. (2012). “Studi dan Perencanaan Penambahan Runway di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya”ITS. Hlm 5. peak month ratio* dirumuskan sebagai berikut:

$$R\ month = \frac{N\ month}{N\ year}$$

Dari nilai *peak month ratio*, maka akan didapat nilai *peak month movement* dengan rumus sebagai berikut:

Peak month movement = pergerakan pesawat udara dalam 1 tahun x *peak month ratio*.

Seperti sebelumnya, untuk mengetahui *peak day movement* (volume pergerakan pesawat udara harian tersibuk), perlu diketahui terlebih dulu *peak day ratio*, yang dirumuskan sebagai berikut :

$$peak\ day\ ratio = \frac{N\ Day}{N\ Month}$$

Maka *peak day movement* dapat dirumuskan sebagai berikut :

Peak day movement = *peak month movement* x *peak day ratio*

Setelah diketahui nilai *peak day movement*, setelahnya mencari nilai *peak hour movement* untuk mencari jumlah pergerakan pesawat udara tersibuk dalam 1 jam.

$$peak\ hour\ ratio = \frac{N\ Hour}{N\ Day}$$

Maka, *peak hour movement* = *peak day movement* x *peak hour ratio*.

Menentukan Beban Pesawat Udara Kritis

Dalam dokumen *FAA AC 150/5320-6E Airport Pavement Design And Evaluation, Chapter 3, 2009* dijelaskan cara menentukan pesawat udara rencana. Tebal perkerasan di tentukan untuk setiap pesawat dengan menggunakan kurva desain yang telah ditentukan, input yang dimasukkan seperti CBR, nilai K harus disamakan untuk semua jenis pesawat udara agar dapat diketahui mana yang mampu menghasilkan tebal perkerasan paling tinggi, semakin besar beban per roda, maka akan semakin besar pula tebal perkerasan yang dihasilkan.

Diasumsikan untuk roda pendaratan utama yaitu yang ada pada badan pesawat udara adalah 95% karena roda pendaratan pada pesawat merupakan tumpuan utama dari beban pesawat udara dan *nose gear* menampung beban sebesar 5% dari beban total pesawat udara tersebut.

Rumus perhitungan beban per roda pendaratan utama:

$$\begin{aligned} Whell\ load \\ &= 0.95 \times MTOW \\ &\times \frac{1}{jml\ roda\ pendaratan\ utama} \end{aligned}$$

Perhitungan Kebutuhan Jumlah Parkir Pesawat Udara

Penentuan jumlah *aircraft stand* yang dibutuhkan tergantung pada pergerakan pesawat udara sesuai dengan tipe pesawat udara pada jam puncak (*peak hours*). Dalam menentukan jumlah *aircraft stand* yang dibutuhkan suatu bandar udara dapat menggunakan rumus sesuai dengan *Document 9184-AN/902 Airport Planning Manual Part I Master Planning Chapter 7.3.6* seperti dibawah ini :

$$S = \left(\frac{Ti}{60} \times Ni \right) + a$$

Jarak Ruang Antar Ujung Sayap Pesawat Udara (*Wing Tip Clearance*)

Jarak ruang antar ujung sayap pesawat udara (*wing tip clearance*) yang menjadi standar ukuran dimuat dalam *Annex 14, Aerodrome, chapter 3.16.6, Sixth Edition, July 2013*, dengan rekomendasi bahwa :

- a) Penempatan pesawat udara harus dapat menampung pada tingkat maksimum
- b) Jarak penempatan pesawat udara dengan pesawat udara lainnya atau dengan bangunan serta obyek lain yang berdekatan, mempunyai jarak sekurang – kurangnya sebagaimana pada tabel berikut ini :

Code letter	Clearance (m)
A	3
B	3
C	4.5
D	7.5
E & F	7.5

Dimensi Apron

Ukuran yang harus dipenuhi apron untuk menampung pesawat udara. Hal yang mempengaruhi dimensi apron adalah tipe pesawat udara dan sistem parkir pesawat udara. Jadi untuk menentukan dimensi apron dapat dihitung dengan perumusan dibawah ini:

$$P = G \times 2R \times G \times C$$

$$L = L + C + W$$

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

$$R = (wings\ span/2) + (wheel\ base/tg60)$$

Sehingga akan diperoleh dimensi apron minimum yang diperlukan.

Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

Perkerasan rigid terdiri dari pelat beton, digelar di atas granular atau subbase yang telah distabilkan, ditunjang oleh lapisan asli yang dipadatkan (subgrade). Pada kondisi tertentu terkadang subbase tidak diperlukan.

Tebal Perkerasan

Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan tebal perkerasan rigid adalah dengan menggunakan metode FAA. Metode ini diberikan dalam Advisory Circular No. AC 150/5320-6E, Airport Pavement Design and Evaluation.

Adapun data yang diperlukan antara lain: Harga k dari Subgrade

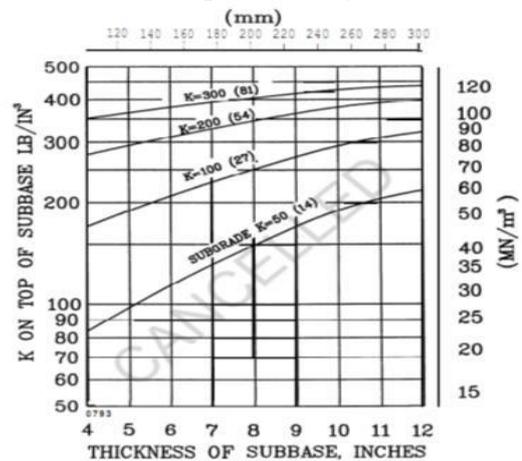
Cara mendapatkan nilai modulus tanah dasar dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$k = \left[\frac{1500 \times CBR}{26} \right]^{0.7788}$$

Nilai k Subbase

Nilai k lapisan pondasi bawah sebagai fungsi tebal lapisan pondasi

bawah untuk beberapa nilai k lapisan tanah dasar disampaikan sebagai berikut:



Kuat Bengkok (Flexural Strength)

Pengalaman membuktikan bahwa beton dengan MR 600 psi sampai 700 psi pada usia 28 hari akan menghasilkan perkerasan dengan biaya paling ekonomis dan sudah cukup kuat.

Maximum Take-Off Weight

Berat maksimum lepas landas (MTOW) dari suatu pesawat udara adalah berat maksimum yang diijinkan dari suatu pesawat udara untuk mencoba lepas landas karena batas struktural atau lainnya.

Equivalent Annual Departure

Selanjutnya adalah mengkonversi semua roda pendaratan ke dalam roda pendaratan pesawat rencana atau pesawat kritis, hal ini bertujuan untuk menggabungkan semua keberangkatan tahunan pesawat yang beroperasi dikalikan dengan faktor konversi roda pendaratan ke dalam keberangkatan pesawat rencana/kritis. Untuk mencari Equivalent Annual Departure (R1), digunakan persamaan:

$$\log R1 = \log R2 \times \left(\frac{W2}{W1} \right)^{0.5}$$

$$R1 = 10^{\log R2 \times \left(\frac{W2}{W1} \right)^{0.5}}$$

Berikut akan dijelaskan perhitungan mencari W2 dan R2, dimana W2 sendiri adalah beban roda pesawat

udara yang ditanyakan dan R2 adalah keberangkatan tahunan pesawat udara dinyatakan dalam roda pendaratan pesawat udara rencana W2

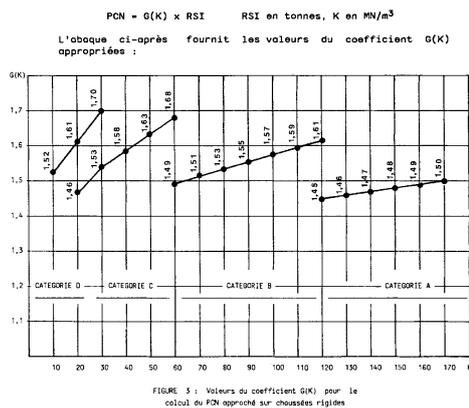
$$= MTOW \times 0.95X \frac{1}{\text{jml roda pendaratan}}$$

R2 = Forecast Annual Departure × F. konversi roda

Perhitungan Nilai Daya Dukung Perkerasan (Pavement Classification Number)

Rumus menghitung PCN untuk perkerasan rigid sebagai berikut:

$$RSI = \frac{Te^2}{1000} \times \frac{6.12}{(4.231 - 5.103 \times \log(\frac{CBR}{0.6}) + 2.426 \times (\log(\frac{CBR}{0.6}))^2 - 0.473 \times (\log(\frac{CBR}{0.6}))^3)}$$



Sambungan Konstruksi Plat Beton Peletakan Dowel

Dalam penentuan dowel rencana yang akan digunakan pada slab beton harus sesuai dengan FAA AC-150/5320/6E, Airport Pavement Design and Evaluation pada tabel berikut:

Tebal Slab	Diameter	Panjang	Jarak
6-7 in. (15-18 cm)	¾ in. (20 mm)	18 in. (46 cm)	12 in. (30,5 cm)
8-12 in. (21-31 cm)	1 in. (25 mm)	19 in. (48 cm)	12 in. (30,5 cm)
13-16 in. (33-41 cm)	1¼ in. (30 mm)	20 in. (51 cm)	15 in. (38 cm)
17-20 in. (43-51 cm)	1½ in. (40 mm)	20 in. (51 cm)	18 in. (46 cm)
21-24 in. (54-61 cm)	2 in. (50 mm)	24 in. (61 cm)	18 in. (46 cm)

Sambungan Plat Beton

Menurut AC 150/5320-6E Airport Pavement Design and Evaluation terdapat beberapa jenis sambungan perkerasan rigid yaitu Sambungan Muai dan Sambungan Susut.

Sambungan Konstruksi

Sambungan kontruksi adalah sambungan yang digunakan untuk menghubungkan 2 buah pelat yang dikerjakan pada saat yang tidak bersamaan.

Metodologi Penelitian

Dalam penulisan tugas akhir ini digunakan metode deskriptif analisis. Menurut Nazir (1988: 63) dalam Buku Contoh Metode Penelitian, metode deskriptif merupakan suatu metode dalam meneliti status sekelompok manusia, suatu objek, suatu set kondisi, suatu sistem pemikiran ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang. Tujuan dari penelitian deskriptif ini adalah untuk membuat deskripsi, gambaran, atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki. Dengan kata lain penelitian deskriptif analisis mengambil masalah atau memusatkan perhatian kepada masalah-masalah sebagaimana adanya saat penelitian dilaksanakan. Hasil penelitian yang kemudian diolah dan dianalisis untuk diambil kesimpulannya.

Pembahasan

Perhitungan Wheel Load Pesawat Udara Kritis

Berdasarkan data pesawat udara dapat di tentukan pesawat udara kritis di Bandar Udara Internasional Ahmad Yani

Semarang. Contoh perhitungan pesawat kritis adalah sebagai berikut:

$$\text{Pesawat udara kritis} = 0.95 \times \frac{1}{\text{jumlah roda pendaratan} \times \text{MTOW}}$$

$$\begin{aligned} \text{Boeing 737 - 900 ER} \\ = 0.95 \times \frac{1}{4} \times 85,139 \text{ kg} \\ = 20,220.56 \text{ kg} \end{aligned}$$

A/C	Gear Type	Jml Roda Utama	MTOW		Wheel Load (kg)
			lbs	kg	
B 737-900 ER	DW	4	187.700	85.139	20.220,56
B 737-800 NG	DW	4	174.200	79.016	18.766,24
B 737-500	DW	4	136.000	61.689	14.651,02
B 737-400	DW	4	150.000	68.039	16.159,22
A 320-200	DW	4	171.961	78.000	18.525,03
ATR 72-600	DW	4	48.501	22.000	5.224,92
CRJ 1000	DW	4	90.000	40.823	9.695,53
Cessna 172	SW	2	2.650	1.202	570,96

Berdasarkan perhitungan diatas, maka didapat *wheel load* pesawat udara kritis di Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang adalah Boeing 737-900 ER.

Pehitungan Parameter Regresi Pergerakan Pesawat Udara Tahunan Pergerakan tahunan pesawat udara Berdasarkan pergerakan tahunan pesawat udara dapat dianalisis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} b &= \frac{(4 \times 547.087) - (10 \times 202.844)}{(4 \times 30) - (10)^2} \\ &= \frac{159.908}{20} = 7995,4 \\ a &= \frac{(202844)(30) - (10)(547087)}{(4)(30) - (10)^2} \\ &= \frac{614450}{20} = 30772,5 \end{aligned}$$

Peak Month Ratio

Perhitungan *peak month ratio* berdasarkan data pergerakan pesawat udara bulan November tahun 2014.

$$\begin{aligned} R \text{ Month} &= \frac{N \text{ month}}{N \text{ year}} = \frac{7096}{52393} \\ &= 0.1354 \end{aligned}$$

Peak Day Ratio

Perhitungan *peak day ratio*, berdasarkan data pergerakan pesawat udara bulan tersibuk dan pergerakan pesawat udara harian tersibuk.

$$\text{peak day ratio} = \frac{N \text{ day}}{N \text{ month}} = \frac{232}{7096} = 0,033$$

Peak Hour Ratio

Perhitungan *peak hour ratio* berdasarkan data pergerakan pesawat udara jam tersibuk.

$$\text{peak hour ratio} = \frac{N \text{ hour}}{N \text{ day}} = \frac{35}{232} = 0,15$$

Perhitungan Parameter Regresi *Annual Departure* Pesawat Udara Kritis. Berikut contoh perhitungan parameter regresi dalam merencanakan *annual departure* pesawat udara kritis untuk pesawat udara Boeing 737-900 ER tahun 2013-2016.

$$\begin{aligned} b &= \frac{(4 \times 55,002) - (10 \times 23,402)}{(4)(30) - (10)^2} \\ &= -700.6 \\ a &= \frac{(23,402)(30) - (10)(55,002)}{(4)(30) - (10)^2} \\ &= 7629 \end{aligned}$$

Peramalan Pergerakan Pesawat Udara 5 Tahun

Dari hasil perhitungan pergerakan tahunan pesawat udara, didapat nilai parameter regresi, a = 30772.5 dan b = 7995.4, maka dapat peramalan pergerakan pesawat udara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Y &= 30772.5 + (7995,4 \times 5) \\ &= 70749.5 \end{aligned}$$

Untuk selengkapnya terdapat dalam tabel berikut:

Tahun	a	b	X	Prediksi Pergerakan Pesawat Udara
				(Y = a + bx)
2017	30772,5	7995,4	5	70749,5
2018	30772,5	7995,4	6	78744,9
2019	30772,5	7995,4	7	86740,3
2020	30772,5	7995,4	8	94735,7
2021	30772,5	7995,4	9	102731,1

Peak Month Movement Rencana.

Berdasarkan perhitungan *peak month movement* sebelumnya, maka akan didapat *Peak month movement* sebagai berikut:

$$= 102,731.1 \times 0,1354$$

$$= 13,909.79094$$

Peak Day Movement Rencana

Berdasarkan perhitungan *peak day ratio* sebelumnya, maka *peak day movement* dapat dihitung sebagai berikut:

$$R2 = \text{faktor konversi roda} \times \text{ann.dep. pesud rencana}$$

$$= 1 \times 1323,6 = 1323,6$$

$$W2 = 0,95 \times \frac{1}{\text{jumlah roda pendaratan}} \times \text{MTOW}$$

$$= 0,95 \times \frac{1}{4} \times 85.139 \text{ kg} = 20.220,56$$

$$W1 = W2 \text{ pesawat kritis rencana (B.737 - 900 ER)}$$

$$R1 = \text{anti log}(\log(4755) \times (\frac{20.220,56}{20.220,56})^{0,5}) = 4755$$

Peak day movement

$$= 13,909.79094 \times 0,0334$$

$$= 459.02310102$$

Peak Hour Movement Rencana

Berdasarkan nilai *peak hour ratio*, maka didapat nilai *peak hour movement* rencana (tahun 2022), sebagai berikut:

Peak hour movement

$$= 459.02310102 \times 0.15$$

$$= 68.853465153$$

$$= 69 \text{ (pembulatan)}$$

Jadi, pada tahun 2021 terdapat 69 pergerakan pesawat udara dalam 1 jam.

Peramalan Pergerakan Pesawat Udara Kritis 5 Tahun

Contoh perhitungan rencana *annual departure* tahun 2017.

$$Y = 7629 + (-700.6 \times 5) = 4126$$

Untuk perhitungan tahun selanjutnya terdapat dalam tabel berikut :

Tahun	a	b	X	Prediksi Pergerakan pesawat udara
				$Y = a + bx$
2017	7629	-700,6	5	4126
2018	7629	-700,6	6	3425,4
2019	7629	-700,6	7	2724,8
2020	7629	-700,6	8	2024,2
2021	7629	-700,6	9	1323,6

Perhitungan Equivalent Annual Departure Tahun Rencana

Berdasarkan data pesawat udara, hasil analisis pesawat udara kritis, konversi roda pendaratan, serta hasil perhitungan *annual departure* tahun rencana maka dapat dihitung *equivalent annual departure* tahun rencana, untuk menentukan tebal perkerasan konstruksi *apron* yang direncanakan.

Contoh perhitungan *equivalen annual departure* :

Sebelumnya telah diketahui bahwa pesawat udara rencana adalah Boeing 737-900 ER, maka semua roda pendaratan pesawat udara dikonversi ke roda pendaratan pesawat udara Boeing 737-900 ER. Total perhitungan *annual departure* tahun rencana adalah sebagai berikut :

A/C	Gear	MTOW (lbs)	Ann. Dept.	Wheel Load (W2)	Wheel Load Design (W1)	Equivalen Ann. Dept. (R1)
B 737-900 ER	Dual Wheel	187.700	4755	44578,75	44578,75	4755
B 737-800 NG	Dual Wheel	174.200	9879	41372,5	44578,75	9517,106395
B 737-520	Dual Wheel	136.000	2156	31.300	44578,75	1895,211299
B 737-420	Dual Wheel	152.000	806	35.625	44578,75	720,5241388
A 320-220	Dual Wheel	171.961	6270	42840,75	44578,75	6001,569308
ATR 72-600	Dual Wheel	48.521	7508	11518,50	44578,75	3816,518356
CRJ 1000	Dual Wheel	90.000	1458	21375	44578,75	1009,589724
Cessna 172	Single Wheel	2.660	3741	1.264,75	44578,75	502,9121516
TOTAL						28158,22907

Perhitungan Jumlah Aircraft Stand Tahun 2021

Dari hasil peramalan jumlah pergerakan pesawat udara dengan menggunakan metode regresi didapatkan total pergerakan pesawat pada tahun rencana yaitu 69 pergerakan pada jam sibuk. Dan dengan perhitungan penentuan jumlah *parking stand* dengan asumsi α (jumlah parkir pesawat sebagai cadangan adalah 1). Berikut adalah perhitungan kebutuhan *parking stand*:

$$Ti = \frac{30 + 40}{2} = 35$$

$$S = \left(\frac{35}{60} \times 69\right) + 1$$

$$= 41.25 = 41 \text{ (Pembulatan)}$$

Dari perhitungan jumlah *aircraft stand* didapatkan jumlah kebutuhan

aircraft stand yaitu sebanyak 41 buah. Saat ini Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang memiliki 8 buah *aircraft stand* existing dan 13 buah *aircraft stand* baru untuk pesawat udara kelas 4C. Jadi penambahan jumlah *aircraft stand* untuk 5 tahun mendatang adalah 20 buah untuk pesawat udara kelas 4C. Perhitungan Dimensi *Apron*

Perhitungan kebutuhan panjang *apron* disesuaikan dengan penambahan jumlah *aircraft stand*. Perhitungan kebutuhan panjang *apron* menggunakan rumus berdasarkan *Aerodrome Design Manual Part 2 Taxiway, Apron and Holding Bay*.

Untuk pesawat udara katgori 4C :

Rentang sayap/*wing span* (W) = 35.7m = 36m.

Clearance *wing span* dengan objek *taxiline* = 26m

Jarak ruang antar ujung sayap pesawat udara = 4.5m

Clearance *wing span* pesawat udara dengan batas tepi *apron* = 10 m

Perhitungan dimensi *apron* sebagai berikut :

Dimensi *apron* saat ini = 551.5m X 131.5m

Lebar dimensi *apron* keseluruhan untuk lebar pesawat udara kritis:

$$l = \text{lebar apron saat ini} + (20 \times (\text{wing span B. 737-900 ER})) + (20 \times \text{jarak ruang antar ujung sayap pesawat udara kelas 4C}) + \text{jarak ruang antar ujung sayap pesawat udara dengan tepi apron}$$

$$= 551.5 + (20 \times 36) + (20 \times 4.5) + 10$$

$$= 1371.5 \text{ m}$$

Penambahan lebar dimensi *apron* yang direncanakan :

$l = \text{lebar keseluruhan apron} - \text{lebar saat ini}$

$$= 1371.5 - 551.5 = 820 \text{ m}$$

Luas dimensi *apron* yang direncanakan

$$L = 820 \times 131.5\text{m}$$

$$= 107,830 \text{ m}^2$$

Untuk maneuver pesawat udara pada waktu datang dan meninggalkan *apron* maka digunakan *clearenca* antar

ekor pesawat udara dengan *wing span* sesuai standar ADRM (*Airport Development Referance Manual*) dengan jarak 26 m.

Perencanaan Tebal Perkerasan

Subgrade

Pada perencanaan konstruksi ini ditentukan nilai CBR 6% maka nilai CBR tersebut akan dikonversikan menjadi nilai modulus reaksi tanah dasar,

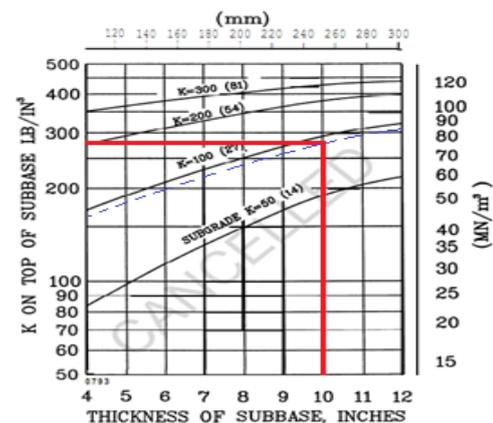
$$k = \left[\frac{1500 \times 6}{26} \right]^{0.7788}$$

$$k = 95 \text{ pci}$$

Subbase

Tujuan penempatan lapisan pondasi bawah dibawah slab beton adalah untuk meningkatkan nilai modulus K. Tebal minimum lapisan ini adalah 10,2 cm. Dengan modulus $K_{\text{tanah dasar}} = 95 \text{ pci}$ maka didapatkan nilai k lapisan *subbase* menggunakan pembacaan grafik di bawah ini :

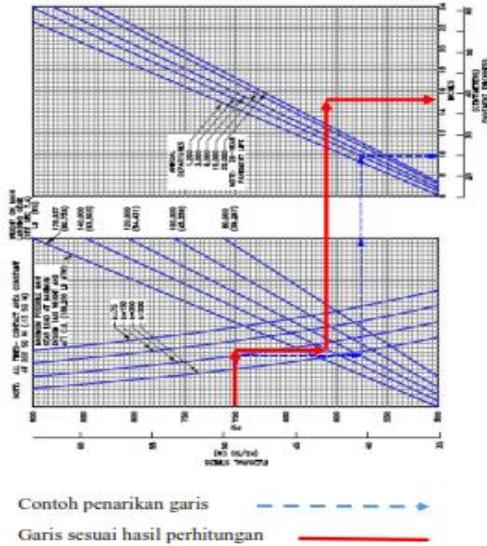
- Beban rencana = 187,700 lbs
- $k_{\text{subgrade}} = 95 \text{ pci}$
- Flexural strength* = 700 psi
- Tebal *subbase* rencana = 10 inch



Untuk mendapatkan nilai K lapisan *subbase* didapat dengan menentukan tebal lapisan rencan (10 inch), kemudian ditarik garis vertical ke atas hingga bertemu dengan kurva modulus k *subgrade* (95 pci), lalu ditarik garis horizontal ke kiri untuk mengetahui nilai K lapisan *subbase*. Dari hasil *plotting* gambar diatas

didapatkan nilai K lapisan *subbase* yaitu 275 lb/in³

Slab Beton



Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui tebal slab beton dengan menggunakan gambar kurva rencana perkerasan rigid untuk tipe roda *dual tandem wheel*. Dengan menempatkan nilai *flexural strength* 700 psi dan ditarik garis horizontal ke kanan sampai bertemu dengan nilai K *subgrade* = 275 pci, beban pesawat udara = 187,700 lbs, dan *annual departure* 28,158.22 , maka tebal slab beton didapatkan adalah 15.5 inch = 39.4 cm. Tebal ekivalen untuk perencanaan perkerasan rigid yaitu :

Lapisan	Tebal (cm)
Surface	39,4
Subbase course	25,4
Total	64,8

Peletakan Dowel

Dengan hasil perhitungan yang telah didapatkan dari hasil pembebanan pesawat udara maka didapat tebal slab beton 39.4 cm. sesuai dengan FAA AC-1500/5320/6E dalam penggunaan dowel yang direncanakan pada tebal slab beton sesuai dengan table berikut:

Tebal Slab	Diameter	Panjang	Jarak
6-7 in. (15-18 cm)	¾ in. (20 mm)	18 in. (46 cm)	12 in. (30,5 cm)
8-12 in. (21-31 cm)	1 in. (25 mm)	19 in. (48 cm)	12 in. (30,5 cm)
13-16 in. (33-41 cm)	1¼ in. (30 mm)	20 in. (51 cm)	15 in. (38 cm)
17-20 in. (43-51 cm)	1½ in. (40 mm)	20 in. (51 cm)	18 in. (46 cm)
21-24 in. (54-61 cm)	2 in. (50 mm)	24 in. (61 cm)	18 in. (46 cm)

Sesuai tabel yang diatas maka dowel yang akan digunakan pada tebal slab beton dengan diameter 3 cm, panjang dowel 51 cm, dan jarak antar dowel 38 cm.
 4.8.5 Perhitungan Nilai Daya Dukung Perkerasan (PCN)

Tebal ekivalen dari hasil perencanaan tabel perkerasan adalah 64.8 cm, lalu setelah diketahui hasil perhitungan tebal perkerasan harus dihitung nilai PCN (*Pavement Classification Number*) untuk mengetahui nilai daya dukung perkerasan tersebut.

Diketahui CBR rencana = 6%
 Tebal ekivalen = 64.8 cm

$$RSI = \frac{7e^2}{1000} \times \frac{6.12}{(4.231 - 5.013 \log(\frac{CBR}{0.6}) + 2.426 \times (\log(\frac{CBR}{0.6}))^2 - 0.473 \times (\log(\frac{CBR}{0.6}))^3)^{1.8}}$$

$$RSI = \frac{64.8^2}{1000} \times \frac{6.12}{(4.231 - 5.013 \log(\frac{6}{0.6}) + 2.426 \times (\log(\frac{6}{0.6}))^2 - 0.473 \times (\log(\frac{6}{0.6}))^3)^{1.8}}$$

$$RSI = 4,19904 \times 4,4631 \times 1,8$$

$$RSI = 33,73$$

$$PCN = G(K) \times RSI$$

$$PCN = 1,56 \times 33,73$$

$$PCN = 52,6188 = 53 \text{ (pembulatan)}$$

Hasil PCN yang didapat adalah 53, kemudian langkah selanjutnya adalah memberikan kode PCN. Dengan perkerasan *rigid* dan CBR kategori “C” dan perhitungan dilakukan secara teori maka didapatkan kode PCN 53 R/C/X/T.

Sambungan Perkerasan

Dengan tebal perkerasan rencan yang didapat, maka terdapat sambungan perkerasan antara perkerasan eksisting (*rigid*) dengan apron rencan yang juga rigid. Sesuai dengan teori yang ada, maka pada perencanaan ini menggunakan beberapa tipe sambungan perkerasaan.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Kebutuhan *aircraft stand* berdasarkan data yang ada yaitu 41 *aircraft stand*, sedangkan yang tersedia hanya 21 *aircraft stand*, sehingga perlu lahan untuk penambahan 20 *aircraft stand* yang baru.
2. Rencana perluasan *apron* untuk 20 *aircraft stand* adalah 107,830.00 m² dengan jenis perkerasan kaku (*rigid pavement*).
3. Total tebal perkerasan adalah 64.8 cm, terdiri dari tebal *surface* 39.4 cm dan tebal *subbase* 25,4 cm dengan nilai PCN 53 R/C/X/T.

Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, dapat dikemukakan saran sebagai berikut:

1. Pada peramalan pergerakan pesawat udara tahun 2021 terdapat 69 pergerakan pesawat udara dalam 1 jam, disarankan kepada Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang untuk menambah kapasitas *apron* agar pada tahun 2021 mobilisasi dapat berjalan dengan baik.
2. Penambahan kapasitas *apron* dengan luasan 107,830.00 m² untuk 20 parkir stand.
3. Perluasan *apron* dengan tebal perkerasan 64.8 cm dengan nilai PCN 53/R/C/X/T.

Manual Part 2 Taxiway, Apron and Holding Bay, Fourth Edition, 2005

International Civil Aviation Organization, 9157-AN/901 *Pavement*, Second Edition, 1983.

International Civil Aviation Organization, 9184 –AN/902 *Airport Planning Manual Part 1 Master Planning*, Second Edition, 1987.

KP 262 Tahun 2017 Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (Manual Of Standard Casr – Part 139) Volume I Bandar Udara (Aerodrome).

Standar Nasional Indonesia, Standardisasi Pelaporan Daya Dukung Landas Pacu Bandar Udara.

Surat Keputusan Direktorat Jendral Perhubungan Udara No : SKEP77/VI/2005, tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandara.

Surat Keputusan Direktorat Jendral Perhubungan Udara nomor : SKEP100/1985, tentang Pemarkiran Pesawat Udara.

Susetyo, Arif. 2012. “*Studi dan Perencanaan Penambahan Runway di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya*”. ITS.

Daftar Pustaka

Nazir, Mohammad, 1998. “Metode Penelitian”.

Federal Aviation Administration. AC No: 150/5320/6E *Airport Pavement and Design Evaluation*.

International Air Transport Association, *Airport Development Reference Manual*, ninth edition, 2004

International Civil Aviation Organization, Annex 14, *Aerodromes*, Sixth Edition, Montreal : July 2013.

International Civil Aviation Organization, 9157-AN/901 *Aerodrome Design*