

PERENCANAAN PERPANJANGAN LANDASAN PACU UNTUK OPTIMALISASI PESAWAT TIPE B 737 – 800 DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL SUPADIO PONTIANAK

Muhammad Irsyad Abrori¹, Linda Winiarsi², Safitri Nur Wulandari³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Bangunan dan Landasan, Fakultas Teknik Penerbangan, Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Email: muhirsyadabrori@gmail.com

Abstrak

Bandar Udara Internasional Supadio Pontianak memiliki landasan pacu dengan panjang 2.250 meter dan lebar 45 meter dengan perkerasan lentur, dengan panjang landasan pacu eksisting, pesawat B 737-800 tidak dapat beroperasi dengan beban maksimal, sehingga harus mengurangi beban pesawat agar dapat beroperasi di landasan pacu tersebut. Penelitian ini disusun agar dapat mengetahui dan merencanakan kebutuhan panjang landasan optimal, merencanakan ketebalan dan kekuatan serta rencana anggaran biaya yang digunakan dalam pekerjaan perpanjangan landasan pacu di bandara tersebut. Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini mengacu pada regulasi nasional maupun internasional dan telah ditetapkan oleh International Civil Aviation Organization (ICAO) maupun FAA (Federation Aviation Administration), sedangkan untuk menentukan rencana anggaran biaya digunakan pedoman analisa harga satuan yang dikeluarkan oleh pemerintah daerah setempat. Hasil dari perencanaan ini diperoleh bahwa kebutuhan panjang landas pacu adalah sepanjang 2.600 m, ketebalan struktur landas pacu yang direncanakan adalah 142 cm dengan nilai kekuatan PCN sebesar 75, dan biaya pelaksanaan yang diperoleh dari perhitungan RAB untuk perpanjangan landas pacu sebesar Rp 37,842,657,000.00.

Kata Kunci : Bandar udara, COMFAA, FAARFIELD, landasan pacu, panjang landasan

Abstract

Supadio International Airport has a runway with a dimension of 2.250 meters in length and 45 meters in width of flexible pavement, with the existing length of the runway, aircraft type B 737-800 can not operate with its maximum take off weight, than this aircraft have to decrease their take off weight so that it can operate with the existing runway. This research written to be able to know and plan the optimal runway length requirement, thickness and strength and the budget plan used in the runway extension work at the airport. The method which is used in this final project is referring to national and international regulation also has been determined by the International Civil Aviation Organization (ICAO) and Federation Aviation Administration (FAA), while to determine the budget plan used a price analysis guidelines issued by the nearest goverment. The results of this plan show that the runway length requirements are 2.600 m, the planned runway thickness is 142 cm with a PCN strength value are 75, and the implementation costs obtained from the Budget Plan calculation for runway extension are Rp 37,842,657,000.00.

Keywords : Airport, COMFAA, FAARFIELD, length of runway, runway

PENDAHULUAN

Bandar Udara Internasional Supadio adalah bandar udara yang terletak 17 km di sebelah selatan kota Pontianak yang dikelola oleh PT Angkasa Pura II (Persero) Cabang Bandar Udara Internasional Supadio Pontianak. Bandar Udara ini memiliki satu runway yang berdimensi 2.250 m x 45 m dengan perkerasan lentur (*flexible pavement*). Jenis-jenis pesawat yang beroperasi antara lain Airbus A320-200, Boeing 737-500, Boeing 737-800, ATR 72-600, dan lain sebagainya.

Berdasarkan data statistik angkutan udara Bandar Udara Internasional Supadio Pontianak tahun 2019 rata-rata jumlah penumpang jasa transportasi udara selama lima tahun terakhir mengalami peningkatan sebanyak 10,2 % (Angkasa Pura II, 2019). Seiring dengan peningkatan jumlah penumpang jasa transportasi udara, Bandar Udara Internasional Supadio memiliki tanggung jawab untuk memberikan pelayanan yang optimal dengan fasilitas yang memadai.

Pada tahun 2019, jenis pesawat Airbus A320-200 dan Boeing 737-800 memiliki pergerakan paling banyak, yaitu 18.531 pergerakan dari total 31.257 pergerakan pesawat berjadwal di Bandar Udara Internasional Supadio (Angkasa Pura II, 2019). Dengan runway yang hanya memiliki panjang 2.500 meter, pesawat -pesawat tersebut tidak dapat mendarat dengan kapasitas maksimal dikarenakan panjang landasan pacu yang kurang memadai. Jika didasarkan pada Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Udara nomor SKEP/77/VI/2005 tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara dengan memperhitungkan spesifikasi pesawat dan faktor-faktor kondisi di bandara maka didapat panjang landasan pacu optimal untuk pesawat tersebut adalah 2.600 meter. Maka untuk mengatasi kekurangan panjang landasan pacu di Bandar Udara Internasional Supadio, saat

ini dilakukan pengurangan MTOW (*Maximum Take Off Weight*) yang menyebabkan 59% pergerakan pesawat memiliki kapasitas yang kurang maksimal.

Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan ulang terkait dengan panjang landasan, struktur perkerasan yang digunakan dan rencana anggaran biaya, agar pesawat dapat beroperasi secara maksimal.

Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas maka dapat disimpulkan rumusan masalah dari penulisan ini adalah berapakah panjang landas pacu yang sesuai dengan standar ICAO (*International Civil Aviation Organization*) untuk pesawat, Berapa tebal perkerasan dan kekuatan landas pacu yang dibutuhkan untuk menopang pesawat dan, berapa rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk proyek perpanjangan landasan pacu di Bandar Udara Internasional Supadio Pontianak?

Batasan Masalah

Dasar teori yang digunakan dalam perancangan landasan pacu mengacu pada standar yang digunakan oleh organisasi penerbangan internasional yaitu ICAO (*International Civil Aviation Organization*) dan FAA (*Federal Aviation Administration*). Program yang digunakan dalam perhitungan tebal dan kekuatan perkerasan menggunakan program *FAARFIELD* dan *COMFAA*. Perhitungan rencana anggaran biaya mengacu pada standar harga dan upah daerah setempat.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah dapat merencanakan kebutuhan panjang landas pacu yang sesuai dengan standar ICAO (*International Civil Aviation Organization*) untuk pesawat rencana, merencanakan tebal dan kekuatan perkerasan yang dapat menopang pesawat rencana, dan merencanakan anggaran biaya dalam pembangunan landasan pacu yang baru.

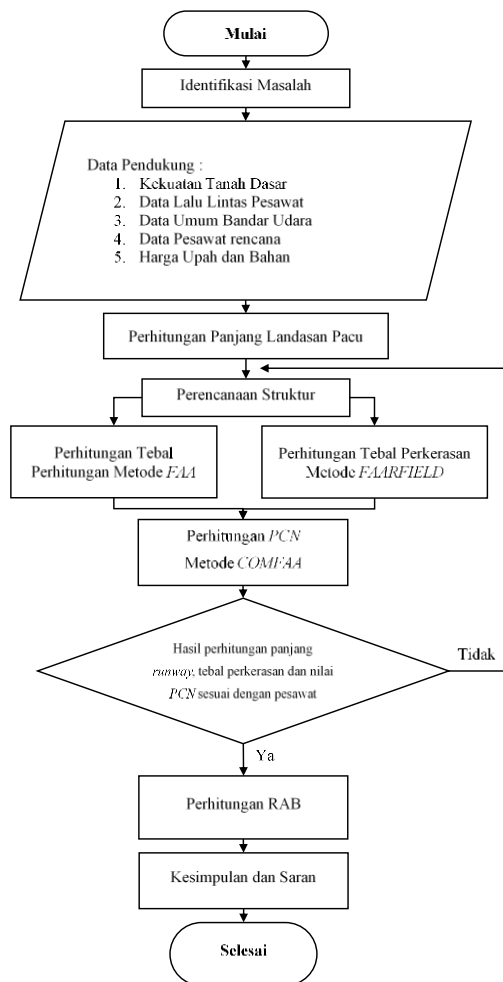
Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat diketahui metode merencanakan perpanjangan landas pacu dan mengaplikasikan metode tersebut sehingga menghasilkan suatu perencanaan yang dapat diimplementasikan dilapangan.

METODE

Bagan Alur

Langkah-langkah dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1 Bagan alur Metodologi penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Kebutuhan Panjang Landasan Pacu

Penentuan panjang landasan pacu dilakukan dengan menghitung *ARFL* (*Airplane Reference Field Length*) dengan memperhatikan beberapa faktor-faktor yang

ada di bandar udara. Berikut adalah data kondisi yang ada di bandara :

Elevasi : 10 ft / 3 meter

Referensi Temperatur : 32°C

Kemiringan landasan : 0.3%

Berikut adalah perhitungan faktor koreksi terhadap data yang ada di bandara :

a. Koreksi elevasi (F_e)

Panjang dasar runway akan bertambah 7% setiap kenaikan 300 m (1.000 ft) dihitung dari ketinggian muka laut, maka :

$$F_e = 1 + 0,07 \times (e/300)$$

$$F_e = 1 + 0,07 \times (3/300)$$

$$F_e = 1.00$$

b. Koreksi temperatur (F_t)

Pada temperatur tinggi dibutuhkan landasan yang lebih panjang, sebab temperatur tinggi density udara rendah, maka :

$$F_t = 1 + 0,01 (T - (15 - 0,0065 \times t))$$

$$F_t = 1 + 0,01 (T - (15 - 0,0065 \times 32))$$

$$F_t = 1.17$$

c. Koreksi kemiringan

Panjang landasan yang sudah dikoreksi berdasarkan ketinggian dan temperatur akan bertambah 10% setiap kemiringan effective gradient 1%, maka

$$F_s = 1 + 0,10 \times S$$

$$F_s = 1 + 0,10 \times 0.3$$

$$F_s = 1.03$$

d. Panjang landasan pacu hasil koreksi

Dari perhitungan 3 faktor koreksi diatas, maka didapat panjang kebutuhan panjang landasan pacu terhadap pesawat B737-800 dengan *ARFL* = 2090 meter dengan rumus berikut :

$$L_r = ARFL \times (F_e \times F_t \times F_s)$$

$$L_r = 2090 \times (1.00 \times 1.17 \times 1.03)$$

$$L_r = 2,523 \text{ m} \approx 2,600 \text{ m}$$

Maka diketahui panjang landasan optimal yang dibutuhkan untuk pesawat B737-800 di Bandar Udara Internasional Supadio Pontianak adalah 2,600 meter.

Perhitungan Tebal Landasan Pacu dengan Metode Manual FAA

Perhitungan tebal perkerasan dengan metode manual FAA adalah sebagai berikut :

1. Menghitung pesawat terkritik

Pesawat terkritik didapat dari beban roda terbesar yang akan diterima olah perkerasan pada tiap rodanya, dengan data pesawat udara sebagai sebagai berikut :

Tabel 1 Data Pesawat

Jenis Pesawat	MTOW (kg)	Konfigurasi roda
A320-200	73900	Dual Wheel
B737-500	60781	Dual Wheel
B737-800	79243	Dual Wheel
ATR 72-600	21530	Dual Wheel

Sumber : Annex 14, 2014

Dari data diatas dapat dihitung beban tiap roda dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Wheel\ load = 0,95 \times MTOW \times \frac{1}{Jmlh\ Roda}$$

a. A320-200

$$Wheel\ load = 0,95 \times 73,900 \times \frac{1}{4} :$$

$$Wheel\ load = 18,475\ kg$$

b. B737-500

$$Wheel\ load = 0,95 \times 60,781 \times \frac{1}{4}$$

$$Wheel\ load = 15,195\ kg$$

c. B737-800 NG

$$Wheel\ load = 0,95 \times 79,243 \times \frac{1}{4}$$

$$Wheel\ load = 19,808\ kg$$

d. ATR 72-600

$$Wheel\ load = 0,95 \times 21,530 \times \frac{1}{4}$$

$$Wheel\ load = 5,382\ kg$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa pesawat jenis Boeing B737-800 NG memiliki beban per roda terbesar dengan berat sebesar 19,808 kg sehingga pesawat tersebut dianggap pesawat terkritik dan pesawat rencana.

2. Menghitung *equivalent annual departure*

Equivalent annual departure adalah keberangkatan tahunan pesawat yang beroperasi di bandara tersebut dan dikonversi kedalam roda pendaratan pesawat terkritik. Berikut adalah

perhitungan *equivalent annual departure* tahun 2019 :

$$LogR1 = (LogR2) * \left(\frac{W2}{W1}\right)^{\frac{1}{2}}$$

A320 – 200 $Log R1 = Log(12,712) \left(\frac{18,475}{19,808}\right)^{\frac{1}{2}}$

$Log R1 = 3.964$
 $R1 = 9.198$

B737 – 500 $Log R1 = Log(1,122) \left(\frac{15,195}{19,808}\right)^{\frac{1}{2}}$

$Log R1 = 2.671$
 $R1 = 469$

B737 – 800 $Log R1 = Log(15,329) \left(\frac{19,808}{19,808}\right)^{\frac{1}{2}}$

$Log R1 = 4.186$
 $R1 = 15.329$

ATR 72 - 600 $Log R1 = Log(8,225) \left(\frac{5,382}{19,808}\right)^{\frac{1}{2}}$

$Log R1 = 2.041$
 $R1 = 110$

Setelah didapatkan *equivalent annual departure* selanjutnya dilakukan peramalah untuk masa pakai penambahan landasan pacu yaitu 20 tahun untuk pesawat terbesar.

Tabel 2 *Equivalent Annual Departure*

Jenis Pesawat	<i>Equivalent Annual Departure</i>					
	2015	2016	2017	2018	2019	Growth
A320-200	6101	8825	6890	9737	9198	15%
B737-500	127	149	291	494	469	44%
B737-800	11079	11265	12350	15864	15329	9%
ATR 72-600	89	99	122	116	110	6%

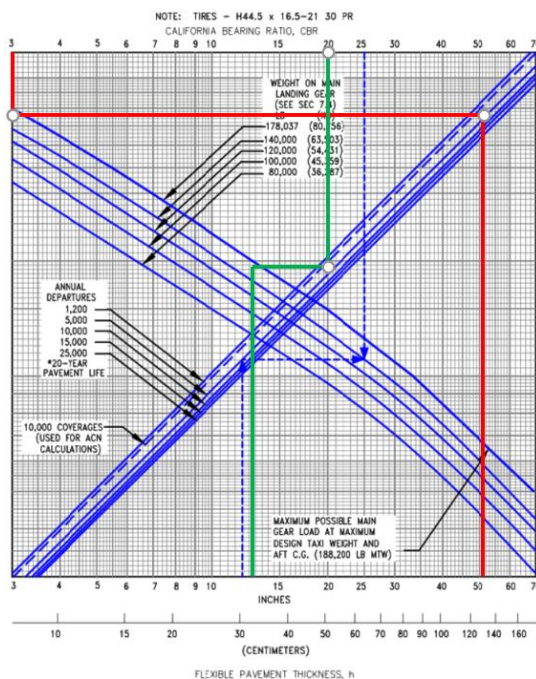
Tabel 3 Prediksi *equivalent annual departure*

Tahun	<i>Equivalent Annual Departure B737-800</i>
2020	16,709
2025	25,708
2030	39,555
2035	60,861
2040	93,642
Total	948,456
Rata rata	45,165

Hasil prediksi rata rata *equivalent annual departure* dengan pertumbuhan pergerakan pesawat 9% selama 20 tahun

ke depan, maka pesawat B737 – 800 didapatkan 45,165 pergerakan.

3. Perhitungan tebal perkerasan
 Perhitungan tebal perkerasan landasan pacu metode grafik dilakukan dengan cara memasukkan hasil perhitungan *equivalent annual departure*, nilai *CBR subgrade*, nilai *CBR subbase*, dan MTOW pesawat rencana kedalam grafik tebal perkerasan.
 - a. Nilai *CBR subgrade* : 3 %
 - b. Nilai *CBR subbase* : 20 %
 - c. *Eq. annual depart* : 45,165
 - d. MTOW B737-800 : 79,243 kg
 - e. GW on Landing Gear : 75,281 kg



Gambar 2 Grafik kebutuhan perkerasan lentur B737-800 (Boeing,2013)

Keterangan :

- █ : Perkerasan total (CBR 3%)
- █ : Perkerasan *subgrade* (CBR 20%)

- a. Tebal perkerasan total
 Tebal perkerasan total dilihat dari garis merah, garis merah menunjukkan bahwa dengan *CBR subgrade* 3% membutuhkan tebal perkerasan total **51 in ≈ 130 cm** (a).
- b. Tebal *surface* dan *base course*

pada garis hijau menunjukkan dengan *CBR subbase* 20% maka diperoleh tebal lapisan 13 in ≈ 33 cm, berarti ketebalan *surface* dan *base course* (c + d) adalah **13 in ≈ 33 cm**

- c. Tebal *subbase* (c)
 Dari grafik diatas didapat tebal total (a) yaitu 51 in ≈ 130 cm (a) dan ketebalan *surface* dan *base course* (c + d) adalah 13 in ≈ 33 cm, maka tebal lapisan *subbase* adalah :

$$b = a - (c + d)$$

$$b = 51 \text{ in} - 13 \text{ in}$$

$$b = \mathbf{38 \text{ in} \approx 97 \text{ cm}}$$

- d. Tebal *surface* (c)
 Tebal *surface* untuk daerah kritis telah ditentukan ketebalannya dengan tebal 5 in, dikarenakan landasa pacu termasuk daerah kritis maka tebal *surface* adalah **5 in ≈ 13 cm**.

- e. Tebal *base course* (c)

$$c + d = 13 \text{ inch}$$

$$c + 5 \text{ in} = 13 \text{ inch}$$

$$c = 13 \text{ in} - 5 \text{ inch}$$

$$c = \mathbf{8 \text{ in} \approx 20 \text{ cm}}$$

hasil dari perhitungan tebal perkerasan lentur dengan metode manual adalah sebagai berikut :

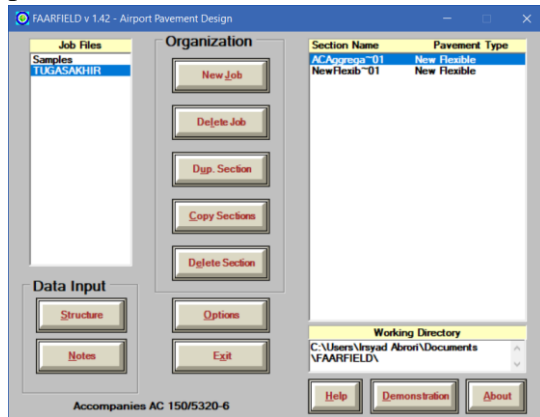
Tabel 4 Hasil Perhitungan Tebal Perkerasan Metode Manual

Lapisan	Tebal perkerasan (cm)
<i>Surface course</i>	12.7
<i>Base course</i>	20.32
<i>Subbase course</i>	96.52
Total	129.54

Perhitungan Tebal Landasan Pacu dengan Program FAARFIELD

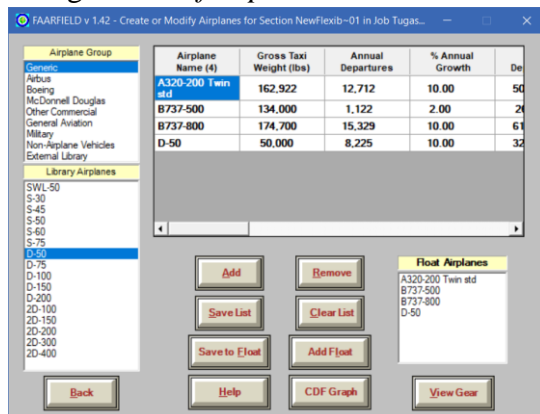
FAARFIELD adalah program yang digunakan untuk merencanakan tebal struktur perkerasan fasilitas sisi udara di bandara udara. Langkah-langkah dalam perhitungan menggunakan program ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat jenis pekerjaan baru dengan perkerasan lentur baru.



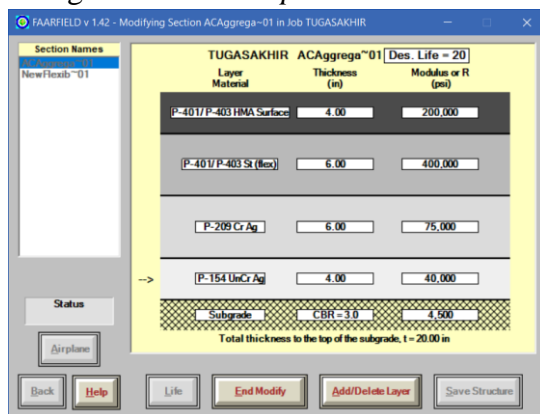
Gambar 3 Membuat section baru (FAA, 2014)

2. Mengisi aircraft input data



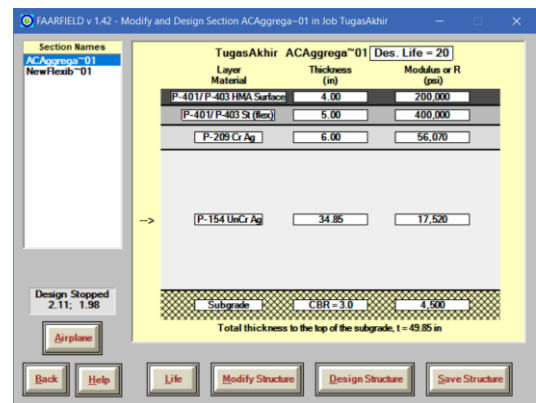
Gambar 4 Aircraft input data (FAA, 2014)

3. Mengisi Structural input data



Gambar 5 Structural input data (FAA, 2014)

4. Run program FAARFIELD



Gambar 6 Hasil run FAARFIELD (FAA, 2014)

Hasil dari perhitungan tebal perkerasan landasan pacu dengan program FAARFIELD adalah sebagai berikut :

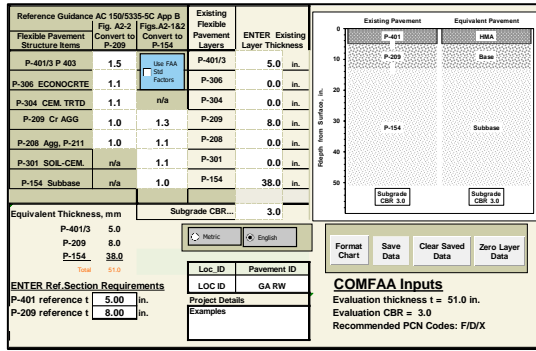
Tabel 5 Hasil Perhitungan dengan FAARFIELD

No.	Lapisan	Jenis material	Ketebalan	
			(in)	(cm)
1	Surface	P-401/P-403 HMA Surface	4.00	10.16
2	Stabilized base	P-401/P-403 St (flex)	5.00	12.7
3	Base	P-209 Cr Ag	6.00	15.24
4	Subbase	P-154 UnCr Ag	34.85	88.52
5	Subgrade	CBR 3%	0	0
Total			49.85	126.6

Perhitungan PCN Menggunakan Program COMFAA

Dari hasil perhitungan tebal perkerasan, dapat diketahui nilai PCN perkerasan dengan menggunakan program COMFAA. Metode perhitungan program COMFAA adalah sebagai berikut :

1. Melakukan perhitungan tebal evaluasi dengan menggunakan Spreadsheet COMFAA, dengan reference section requirements yang mengacu pada AC 150/5335-5C.



Gambar 7 FlexPCN sheet spreadsheet input – manual FAA (FAA, 2014)

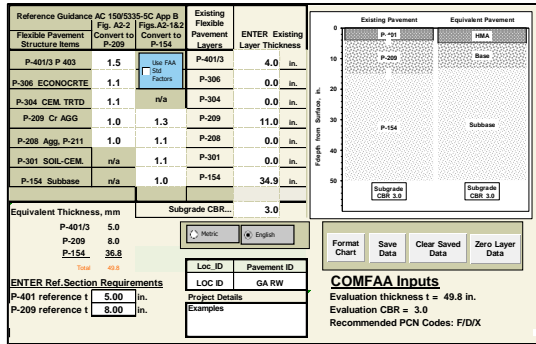
2. Memasukkan aircraft input data

Tabel 6 Input Aircraft Data COMFAA

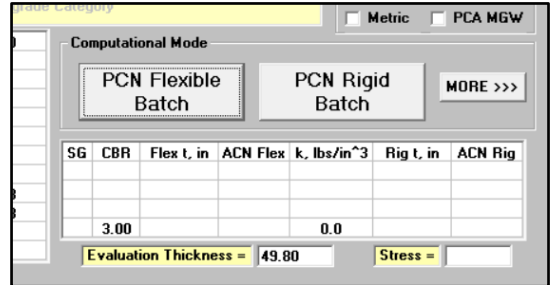
No.	Aircraft Name	Gross Weight (lbs)	Percent GW on Gears	Tire Press. (psi)	Annual Departures	No. of Tires on Gear	Number of Gears
1	D-50	50,000	95.00	80.0	8,225	2	2
2	B737-800	174,700	93.56	205.0	12,329	2	2
3	B737-500	134,000	92.24	194.0	1,122	2	2
4	A320-200 Twin std	162,922	93.80	200.1	12,712	2	2

Sumber : FAA, 2014

3. Memasukkan nilai CBR dan evaluation thickness



Gambar 8 FlexPCN sheet spreadsheet input – FAARFIELD (FAA, 2014)



Gambar 9 Memasukkan data CBR dan evaluation thickness (FAA, 2014)

4. Run program COMFAA

Tabel 7 Output Program COMFAA – Manual FAA

```

    CBR = 3.00 (Subgrade Category is D(3))
    Evaluation pavement thickness = 51.00 in
    Pass to Traffic Cycle (PtoTC) Ratio = 1.00
    Maximum number of wheels per gear = 2
    Maximum number of gears per aircraft = 2

    No aircraft have 4 or more wheels per gear. The FAA recommends a reference section assuming
    3 inches of HMA and 6 inches of crushed aggregate for equivalent thickness calculations.

    Results Table 1. Input Traffic Data
    No. Aircraft Name Gross Weight Percent Gross Wt Tire Press Annual Deps 20-yr 6D Coverages Thick
    -----
    1 D-50 47,466 95.00 80.0 8,225 43,073 27.08
    2 B737-800 174,700 93.56 205.0 15,329 86,180 54.77
    3 B737-500 134,000 92.24 194.0 1,122 5,817 40.91
    4 A320-200 Twin std 162,922 93.80 200.1 12,712 68,331 51.84

    Results Table 2. PCN Values
    No. Aircraft Name Critical Aircraft Total Thickness Maximum ACN Thick at PCN on
    Equiv. Covs. for Total Allowable Max. Allowable Gross Weight Gross Weight CDF D(3)
    -----
    1 D-50 >5,000,000 39.34 77,851 32.87 0.0000 24.9
    2 B737-800 114,769 55.44 150,017 44.95 4.2899 46.5
    3 B737-500 3,178,398 53.68 121,882 40.18 0.0105 37.2
    4 A320-200 Twin std 276,335 54.96 142,452 43.21 1.4127 43.0
    Total CDF = 5.7131
    
```

Sumber : FAA, 2014

Tabel 8 Output Program COMFAA - FAARFIELD

CBR = 3.00 (Subgrade Category is D(3))
 Evaluation pavement thickness = 49.80 in
 Pass to Traffic Cycle (PtoTC) Ratio = 1.00
 Maximum number of wheels per gear = 2
 Maximum number of gears per aircraft = 2

No aircraft have 4 or more wheels per gear. The FAA recommends a reference section assuming 3 inches of HMA and 6 inches of crushed aggregate for equivalent thickness calculations.

Results Table 1. Input Traffic Data

No.	Aircraft Name	Gross Weight	Percent Gross Wt	Tire Press	Annual Deps	20-yr Coverages	6D Thick
1	D-50	50,000	95.00	80.0	8,225	44,198	27.93
2	B737-800	174,700	93.56	205.0	12,329	69,314	54.24
3	B737-500	134,000	92.24	194.0	1,122	5,817	40.91
4	A320-200 Twin std	162,922	93.80	200.1	12,712	68,331	51.84

Results Table 2. PCN Values

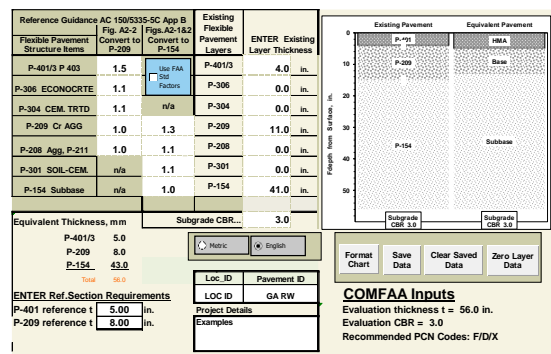
No.	Aircraft Name	Critical Aircraft Total Equiv. Covs.	Thickness for Total Equiv. Covs.	Maximum Allowable Gross Weight	ACN Thick at Max. Allowable Gross Weight	PCN on CDF D(3)
1	D-50	>5,000,000	40.44	74,363	32.06	0.0000 23.7
2	B737-800	99,499	55.11	145,291	44.14	5.2377 44.9
3	B737-500	2,114,628	53.10	119,044	39.65	0.0207 36.2
4	A320-200 Twin std	227,299	54.55	138,505	42.51	2.2603 41.6
					Total CDF =	7.5187

Sumber : FAA, 2014

Dari gambar diatas diketahui nilai *6D-thickness* lebih besar dari *evaluation thickness*, maka diperlukan penambahan tebal perkerasan agar perkerasan dapat menopang beban pesawat yang ada sesuai dengan umur rencana. Maka untuk mendapatkan tebal perkerasan yang sesuai dilakukan penambahan tebal perkerasan sebagai berikut.

Pada Tabel 8 dan tabel 7, diketahui nilai total CDF melebihi 1.0 mengindikasikan bahwa konstruksi tersebut terlalu lemah, sehingga struktur perkerasan tersebut tidak kuat menahan beban pesawat sampai dengan umur rencana. Untuk mendapatkan struktur yang optimal dilakukan percobaan dengan

mengubah tebal perkerasan tersebut seperti gambar 4.9.



Gambar 10 FlexPCN sheet Spreadsheet COMFAA – Koreksi nilai CDF (FAA,2014)

Dari penambahan tebal perkerasan diatas didapatkan hasil sebahai berikut :

CBR = 3.00 (Subgrade Category is D(3))
 Evaluation pavement thickness = 56.00 in
 Pass to Traffic Cycle (PtoTC) Ratio = 1.00
 Maximum number of wheels per gear = 2
 Maximum number of gears per aircraft = 2

No aircraft have 4 or more wheels per gear. The FAA recommends a reference section assuming 3 inches of HMA and 6 inches of crushed aggregate for equivalent thickness calculations.

Results Table 1. Input Traffic Data

No.	Aircraft Name	Gross Weight	Percent Gross Wt	Tire Press	Annual Deps	20-yr Coverages	6D Thick
1	D-50	50,000	95.00	80.0	8,225	44,198	27.93
2	B737-800	174,700	93.56	205.0	12,329	69,314	54.24
3	B737-500	134,000	92.24	194.0	1,122	5,817	40.91
4	A320-200 Twin std	162,922	93.80	200.1	12,712	68,331	51.84

Gambar 11 Evaluasi tebal perkerasan setelah penambahan (FAA,2014)

Dari hasil diatas diketahui nilai 6D-thick sudah layak dan dapat menopang beban sudah lebih rendah dari nilai evaluation pesawat operasional. thickness, maka tebal perkerasan tersebut

Results Table 2. PCN Values						
No. Aircraft Name	Critical Aircraft Total Equiv. Covs.	Thickness for Total Equiv. Covs.	Maximum Allowable Gross Weight	ACN Thick at Max. Allowable Gross Weight	CDF	PCN on D(3)
1 D-50	>5,000,000	40.44	93,282	36.24	0.0000	30.2
2 B737-800	90,609	54.89	181,273	49.98	0.4777	57.5
3 B737-500	>5,000,000	55.45	136,494	42.84	0.0003	42.3
4 A320-200 Twin std	291,320	55.07	167,967	47.53	0.1465	52.0
Total CDF =					0.6245	

Gambar 12 Hasil perhitungan nilai PCN (FAA, 2014)

dari tabel diatas didapat nilai PCN dari struktur yang direncanakan yaitu PCN 57.5 F/D atau dapat dibulatkan menjadi 57 F/C/X/T

Dari data tersebut dapat diketahui dengan ketebalan 56 in memiliki nilai koreksi CDF yang bagus untuk diterapkan ke lapangan yaitu 0.6245. maka tebal teknis yang digunakan dalam perencanaan ini adalah 56 in atau 142.24 cm.

Hasil Perhitungan Struktur Landasan Pacu

Dari hasil perhitungan struktur landasan pacu menggunakan metode manual FAA dan menggunakan program FAARFIELD dan COMFAA, maka dapat dilihat hasil dari kedua metode pada tabel berikut :

Tabel 9 Perbandingan Hasil Perhitungan Struktur

Metode	Output
Manual FAA	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lapisan <i>Surface</i> : 5 in ≈ 13 cm ➤ Lapisan <i>Base</i> : 8 in ≈ 21 cm ➤ Lapisan <i>Subbase</i> : 38 in ≈ 97 cm ➤ Total tebal : 51 in ≈ 131 cm ➤ Nilai <i>PCN</i> : 46 F/D/X/T ➤ Nilai <i>CDF</i> : 5.7131
COMFAA dan FAARFIELD	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lapisan <i>Surface</i> : 4 in ≈ 11 cm ➤ Lapisan <i>Stabilized base</i> : 5 in ≈ 13 cm ➤ Lapisan <i>Base</i> : 6 in ≈ 16 cm ➤ Lapisan <i>Subbase</i> : 34.85 in ≈ 89 cm ➤ Total tebal : 50 in ≈ 129 cm ➤ Nilai <i>PCN</i> : 44 F/D/X/T ➤ Nilai <i>CDF</i> : 7.5187
COMFAA dan FAARFIELD (Koreksi nilai CDF)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lapisan <i>Surface</i> : 4 in ≈ 11 cm ➤ Lapisan <i>Stabilized base</i> : 5 in ≈ 13 cm ➤ Lapisan <i>Base</i> : 6 in ≈ 16 cm ➤ Lapisan <i>Subbase</i> : 41 in ≈ 105 cm ➤ Total tebal : 56 in ≈ 145 cm ➤ Nilai <i>PCN</i> : 57 F/D/X/T ➤ Nilai <i>CDF</i> : 0.6246

Dari tiga hasil hasil perhitungan struktur landasn pacu, digunakan hasil perhitungan dengan program FAARFIELD dan COMFAA (koreksi nilai CDF) dikarenakan bebrapa pertimbangan sebagai berikut :

- a. Peraturan terbaru Airport Pavement Design and Evaluation yang dikeluarkan oleh FAA adalah Advisory Circular 150/5320-6F yang berisi pedoman perencanaan landasan pacu menggunakan program FAARFIELD.
- b. Regulasi yang terbaru dikeluarkan oleh FAA mengenai perhitungan PCN tertulis pada AC 150/5335-5C.
- c. Nilai CDF sebesar 5.7131 dan 7.5187 menandakan bahwa struktur tersebut

terlalu lemah sehingga dilakukan perencanaan kembali dengan cara mengubah tebal perkerasan struktur agar dapat menahan beban pesawat sesuai dengan umur rencana.

- d. Setelah dilakukan koreksi nilai CDF, maka didapatkan nilai CDF 0.6246. dengan nilai tersebut, maka struktur perkerasan tidak *overdesign* dan dapat menahan beban pesawat yang beroperasi.

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Dari hasil perhitungan ketebalan struktur landasan pacu maka didapatkan kebutuhan anggaran untuk proyek perpanjangan landasan pacu sebagai berikut,

Tabel 10 Rencana Anggaran Biaya
 RENCANA ANGGARAN DAN BIAYA (RAB)

FASILITAS : AIRSIDE
 PEKERJAAN : PERPANJANGAN LANDAS PACU
 LOKASI : BANDAR UDARA INTERNASIONAL SUPADIO PONTIANAK

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
1	2	3	4	5	6
A	<u>PEKERJAAN PERSIAPAN</u>				
1	Pekerjaan Pengukuran (m2)	15,750.00	m2	Rp 14,667.70	Rp 231,016,275.00
2	Pekerjaan Pembersihan dan Perataan (m2)	15,750.00	m2	Rp 20,932.36	Rp 329,684,669.21
B	<u>PEKERJAAN TANAH</u>				
1	Pekerjaan Galian Tanah dengan Alat Berat (m3)	22,365.00	m3	Rp 35,903.02	Rp 802,971,112.75
2	Pekerjaan Buangan Tanah dan Perataan (m3)	22,365.00	m3	Rp 25,632.25	Rp 573,265,271.25
C	<u>PEKERJAAN STRUKTUR</u>				
1	Pekerjaan Lapis Sirtu (m3)	16,380.00	m3	Rp 509,007.18	Rp 8,337,537,542.88
2	Pekerjaan Lapis Batu Pecah (m3)	2,362.50	m3	Rp 509,007.18	Rp 1,202,529,453.30
3	Pekerjaan Pematatan Tanah Tiap 20 cm (m3)	18,742.50	m3	Rp 19,202.60	Rp 359,904,730.50
D	<u>PEKERJAAN ASPAL</u>				
1	Pekerjaan Prime Coat / M2	15,750.00	m2	Rp 11,985.54	Rp 188,772,255.00
2	Pekerjaan Pengaspalan AC-BC / Ton	4,709.25	ton	Rp 4,698,533.08	Rp 22,126,566,906.99
3	Pekerjaan Tack Coat 1 Kg / M2	15,750.00	m2	Rp 15,883.67	Rp 250,167,723.75
4	Pekerjaan Penghamparan AC - WC / Ton	3,622.50	ton	Rp 1,370,959.43	Rp 4,966,300,535.18
				Jumlah	Rp 34,402,415,940.63
				PPN 10%	Rp 3,440,241,594.06
				Total Jumlah	Rp 37,842,657,534.70
				Dibulatkan	Rp 37,842,657,000.00

dengan menggunakan harga upah dan bahan Provinsi Kalimantan Barat tahun 2019 maka didapatkan anggaran yang diperlukan sebesar Rp 37,842,657,000.00.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil perencanaan perpanjangan landasan pacu untuk optimalisasi pesawat jenis B737-800 maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Kebutuhan panjang landasan pacu optimal untuk pesawat operasional terbesar yaitu 2,600 meter, sehingga diperlukan penambahan panjang landasan pacu sepanjang 350 meter.
2. Hasil perhitungan tebal struktur perkerasan didapat total tebal struktur perkerasan landasan pacu adalah 142 cm dengan tebal *surface* = 10.2 cm, *stabilized base* = 12.7, *base course* = 15.2 cm, *subbase* = 104 cm dengan CBR *subgrade* = 3%, menghasilkan nilai PCN 57 F/D/X/T.
3. Berdasarkan perhitungan RAB, maka anggaran yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan perpanjangan landas pacu sepanjang 350 meter yaitu Rp 37,842,657,000.00.

Saran

Dalam realisasi proyek perpanjangan landasan pacu Bandar Udara Internasional Supadio diperlukan perbaikan tanah dasar agar didapatkan tanah yang stabil dan dapat menopang beban struktur dengan baik.

Seiring dengan penambahan panjang landas pacu maka perlu diperhatikan daerah keselamatan penerbangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Airbus S.A.S. (2019). *Airbus A320 Aircraft Characteristics Airport and Maintenance Planning*. France.
- [2] Angkasa Pura II. (2019). *RKL & RPL Bandar Udara Internasional Supadio Pontianak*. Pontianak.
- [3] Basuki, H. (1986). *Merancang dan Merencanakan Lapangan Terbang*. Bandung: Alumni.
- [4] Boeing Commercial Airplanes. (2013). *737 Airplane Characteristics for Airport Planning, D6-58325-6*. Seattle.
- [5] Direktorat Jendral Perhubungan Udara. (2005). *Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Udara nomor : SKEP/77/VI/2005 tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara*. Jakarta.
- [6] Direktorat Jendral Perhubungan Udara. (2014). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor : PM 78 tahun 2014 tentang Standar Biaya di Lingkungan Kementerian Perhubungan*. Jakarta.
- [7] Direktorat Jendral Perhubungan Udara. (2019). *Peraturan DIrektorat Jendral Perhubungan Udara nomor 326 tahun 2019 tentang Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil bagian 139 (Manual of Standard CASR – Part 139) Volume I Bandar Udara (Aerodrome)*. Jakarta.
- [8] Federal Aviation Administration. (2014). *Advisory Circular : 150/5335-5C, Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength PCN*.
- [9] Federal Aviation Administration. (2016). *Advisory Circular : 150/5230-6d cancelled. Airport Pavement and Design Evaluation*.
- [10] Federal Aviation Administration. (2016). *Advisory Circular : 150/5230-6F, Airport Pavement and Design Evaluation*.
- [11] Horonjeff, R. (1988). *Planning and Design of Airports*. New York: Mc Graw Hill.
- [12] International Civil Aviation Organization. (2013). *Annex 14, Volume I Aerodrome Design and Operation, Sixth Edition*. Montreal.
- [13] Pemerintah Kota Pontianak. (2019). *Peraturan Walikota Pontianak Nomor 3 Tahun 2019 tentang Standarisasi Harga Satuan Dasar Upah dan Bahan Konstruksi untuk Kegiatan Pembangunan Pemerintah Kota Pontianak Tahun Anggaran 2019*. Pontianak: Pemerintah Kota Pontianak.

- [14] PT. Nur Straits Engineer. (2017).
*Rencana Kerja dan Syarat Syarat,
Review DED Perencanaan Sisi Udara
dan Perencanaan Overlay RUNway
Bnadara Supadio, Pontianak Tahap 1.*
pontianak.
- [15] Zainal. (2005). *Analisis Bangunan
Menghitung Anggaran Biaya
Bangunan*. Jakarta: PT. Gramedia
Pustaka Utama.