



ANALISA PERENCANAAN RUNWAY, TAXIWAY, DAN APRON PADA BANDARA SULTAN MAHMUD BADARUDDIN II PALEMBANG MENGGUNAKAN METODE FAA (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION)

Herri Purwanto^{1*}, Agung Sunandar²

^{1,2}Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang

*Corresponding Author, Email : hei_s2@yahoo.com

ABSTRAK

Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II adalah bandara internasional yang mengalami peningkatan pesat dari tahun ke tahun hingga saat ini. Maka dari itu diperlukan pengembangan pada Bandara. Pengembangan yang diperlukan yaitu pada perkerasan runway, taxiway, dan Apron. Metode yang dipakai untuk melakukan perencanaan adalah metode FAA (Federal Aviation Administration). Perencanaan perkerasan dengan metode FAA dilakukan dengan memplot data penerbangan, jenis pesawat, beban pesawat, beban roda pesawat kedalam grafik berdasarkan jenis dari ban pesawat rencana untuk mendapatkan tebal total perkerasan. Dari hasil perhitungan didapat perkerasan runway dengan tebal surface 10,16 cm, base course 20,64 cm, dan subbase 47,24 cm, Perkerasan taxiway dengan tebal surface 7,62 cm, base course 18,59 cm, dan subbase 42,4 cm. Dan perkerasan Apron sebesar 76,48.

Kata Kunci : Perkerasan, Runway, Taxiway, Apron, FAA (Federal Aviation Administration).

PENDAHULUAN

Bandar udara adalah kawasan atau wilayah di daratan dan atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara, disamping untuk mendarat dan lepas landas, juga sebagai tempat 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 (Djoko Warsito, 2017).

Seiring dengan tarif penerbangan di Indonesia yang semakin terjangkau bagi masyarakat, maka semakin tingginya minat masyarakat Indonesia dalam menggunakan transportasi udara. Hal ini juga yang membuat Indonesia mengalami perkembangan yang sangat pesat dalam industri penerbangan. Salah satunya yaitu Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang, dimana intensitas penerbangan dari dan ke kota Palembang mengalami peningkatan pesat dari tahun ke tahun. Juga saat ini Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II telah dijadikan embarkasi untuk pemberangkatan ibadah haji. Maka dari itu diperlukan pengembangan pada Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II, terutama pada *Runway*, *Taxiway*, dan *Apron* dimana bagian tersebut merupakan area yang paling sering bersentuhan langsung dengan pesawat saat kegiatan penerbangan dilaksanakan. Yang perlu diperhatikan dalam pengembangan *Runway*, *Taxiway*, dan *Apron* pada suatu

bandara adalah pada struktur perkerasannya, karena struktur perkerasan memiliki peran untuk mendistribusikan tekanan terhadap *subgrade* (tanah dasar). Oleh karenanya identifikasi dan evaluasi terhadap struktur tanah dasar adalah sangat penting bagi perencanaan struktur perkerasan. Dimana perkerasan terbagi menjadi dua jenis yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Pada bagian *Runway* dan *Taxiway* menggunakan perkerasan lentur sedangkan bagian *Apron* menggunakan perkerasan kaku.

TINJAUAN PUSTAKA

Perencanaan Struktur Perkerasan

Perkerasan memiliki peranan yang sangat penting untuk menyebarkan beban ke tanah dasar. Semakin besar kemampuan tanah dasar untuk memikul beban, maka tebal lapisan perkerasan yang dibutuhkan semakin tebal karena keseluruhan struktur perkerasan didukung sepenuhnya oleh tanah dasar. Maka identifikasi dan evaluasi terhadap struktur tanah dasar adalah sangat penting bagi perencanaan tebal perkerasan.

Perkerasan adalah struktur yang terdiri dari beberapa lapisan dengan kekerasan dan daya dukung yang berlainan, perkerasan yang dibuat dari campuran aspal dengan agregat digelar diatas suatu permukaan material granular mutu tinggi disebut perkerasan *flexible*, sedangkan perkerasan yang dibuat dari slab slab beton (*portland cement concrete*) disebut perkerasan rigid. Perkerasan *flexible* terdiri dari lapisan-lapisan *surface course*, *base course*, dan *subbase course*. Perkerasan rigid terdiri dari slab-slab beton dengan tebal 20cm, digelar diatas lapisan yang telah dipadatkan. Lapisan yang berdampingan dibawah lapisan beton, disebut *subbase*, bukan *base course*, sebab kualitasnya tidak perlu setinggi material yang ada dibawah lapisan *surface course* pada perkerasan *flexible*

Menentukan Ketebalan Perkerasan

Di dalam menentukan ketebalan perkerasan, terlebih dulu harus ditentukan “pesawat rencana” yaitu data pesawat yang bebannya akan menghasilkan ketebalan perkerasan yang paling besar. Di dalam rancangan lalu lintas pesawat, perkerasan harus melayani berbagai macam pesawat, yang mempunyai tipe roda pendaratan berbeda-beda dan berlainan beratnya. Pengaruh dari semua jenis model lalu lintas harus dikonversikan kedalam pesawat rencana dengan equivalent annual departure dari pesawat campuran tersebut.

Adapun rumusan konversinya adalah sebagai berikut :

$$\text{Log R1} = (\text{Log R2}) \left(\frac{W2}{W1} \right)^{\frac{1}{2}}$$

R1 = Equivalent Annual Departure pesawat rencana

R2 = Annual Departure pesawat-pesawat campuran dinyatakan dalam roda pendaratan pesawat rencana

W1 = Beban roda dari pesawat rencana

W2 = Beban roda dari pesawat yang ditanyakan

Untuk pesawat berbadan lebar, diasumsikan mempunyai berat 300.000 lbs dengan roda pendaratan dual tandem. Untuk Tipe roda pendaratan menggunakan faktor konversinya seperti tabel berikut :

Tabel 1. Faktor Konversi tipe roda pendaratan tiap pesawat

<i>Konvensi dari</i>	<i>ke</i>	<i>Faktor pengali</i>
Single Wheel	Dual Wheel	0,8
Single Wheel	Dual Tandem	0,5
Dual Wheel	Dual Tandem	0,6
Double Dual Tandem	Dual Tandem	1,00
Dual Tandem	Single Wheel	2,00
Dual Tandem	Dual Wheel	1,70
Dual Wheel	Single Wheel	1,30
Double Dual Tandem	Dual Wheel	1,70

Sumber : Heru Basuki, 1986

Tipe roda pendaratan menentukan bagaimana berat pesawat yang nantinya akan membagi bebannya kepada roda-roda dan diteruskan ke perkerasan. Dan ini akan menentukan berapa tebal perkerasan yang bisa/ mampu melayani berat seluruh pesawat tersebut. Untuk *Annual departure* lebih dari 25.000, tebal total perkerasannya harus ditambah dengan mengikuti tabel berikut :

Tabel 2. Tebal Perkerasan bagi tingkat departure > 25.000

Tingkat Annual Departure	% 25.000 tebal departure
50.000	104
100.000	108
150.000	110
200.000	112

Sumber : Heru Basuki, 1986

Untuk mendapatkan lapisan perkerasan yang lebih baik, material Subbase dan base course perlu diadakan stabilisasi, dimana keuntungannya terutama pada perkerasan flexible. Tebal lapisan subbase yang telah distabilisasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3. Faktor Equivalent untuk subbase yang distabilisasi

Bahan	Faktkor Equivalent
P-401, Bituminous Surface Course	1,7-2,3
P-201, Bituminous Base Course	1,7-2,3
P-215, Cold Laid Bituminous Base Course	1,5-1,7
P-216, Mixed In Place Base Course	1,5-1,7
P-304, Cement Treated Base Course	1,6-2,3
P-301, Soil Cement Base Course	1,5-2,0
P-209, Crushed Agregate Base Course	1,4-2,0
P-154, Subbase Course	1,0

Sumber : Heru Basuki, 1986

Demikian pula dengan Base course yang telah distabilisasi terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. Faktor Equivalent untuk base yang distabilisasi

Bahan	Faktkor Equivalent
P-401, Bituminous Surface Course	1,2-1,6
P-201, Bituminous Base Course	1,2-1,6
P-215, Cold Laid Bituminous Base Course	1,0-1,2
P-216, Mixed In Place Base Course	1,0-1,2
P-304, Cement Treated Base Course	1,2-1,6
P-301, Soil Cement Base Course	Non Aplicable
P-209, Crushed Agregate Base Course	1,0
P-154, Subbase Course	Non Aplicable

Sumber : Heru Basuki, 1986

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menghitung Perkerasan dengan metode FAA

Jenis perkerasan landasan pacu (*runway*) di Bandara Sultan Mahmud Badarudin II adalah perkerasan lentur. Sehingga langkah perhitungan perkerasan *runway* dengan metode FAA adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jenis dan karakteristik masing-masing pesawat.

Dalam penentuan jenis pesawat yang dilayani, dilakukan dengan melihat jenis pesawat yang beroperasi di Bandara SMB II berdasarkan Data Angkutan Udara (DAU) pada tahun 2017. Pemilihan pergerakan pesawat ini dilakukan pada operasi penerbangan berjadwal. Adapun Jenis dan karakteristik pesawat yang beroperasi dapat dilihat pada tabel berikut .:

Tabel 5. Jenis pesawat dan karakteristik

No	Aeroplane Types	REF CODE	Characteristic					
			ARFL (m)	Wings (m)	OMG WS (m)	Length (m)	MTOW (kg)	MTOW (lbs)
1	A 320 – 200	4C	2480	33,9	8,7	37,6	77.000	169.755,94
2	LEARJET 35	3A	1458	12,0	2,5	15,0	8.000	17.639,98
3	B 737-900 ER	4C	2240	34,3	7,0	40,67	79.000	174.165,2
4	B 737 – 800	4C	2090	34,3	7,0	36,5	80.000	176.369,8
5	B 737 – 500	4C	2470	28,9	6,4	31,0	59.000	130.072,7
6	B 737 300	4C	2749	28,9	6,4	30,5	64.000	141.095,8
7	CRJ 1000	3B	1720	21,2	4,0	39,1	42.000	92.594,15
8	ATR 72-500	3C	1355	27,0	4,1	27,2	23.000	50.706,32

Sumber : Angkasa Pura II

2. Menentukan rata-rata pertumbuhan pesawat dan proyeksi Annual departure.

Menentukan rata - rata pertumbuhan pesawat dilakukan dengan menghitung jumlah pergerakan pesawat selama tahun 2017 untuk penerbangan berjadwal. Rangkuman pergerakan pesawat baik penerbangan domestik maupun internasional dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6. Pergerakan pesawat tahun 2017

No	Jenis Pesawat	Pergerakan Pesawat
1	A 320 200	10084
2	LEARJET 35	560
3	B737 - 900 ER	4482
4	B737 - 800	7843
5	B737 – 500	1680
6	B737-300	560
7	CRJ 1000	1401
8	ATR 72-500	840

Sumber : *Angkasa Pura II*

3. Menentukan angka pertumbuhan

Penentuan angka pertumbuhan (i) pergerakan pesawat dimulai dari tahun 2013-2017. Rata-rata angka pertumbuhan Bandara SMB II (2013-2017) adalah 23,3 %. Angka ini yang selanjutnya digunakan untuk proyeksi pergerakan pesawat tahunan seperti yang diberikan pada tabel :

Tabel 7. Proyeksi pergerakan pesawat tahunan

No	Jenis Pesawat	Pergerakan Pesawat	Rn
1	A 320 200	10084	633483
2	LEARJET 35	560	35179
3	B737 - 900 ER	4482	281562
4	B737 - 800	7843	492702
5	B737 – 500	1680	105538
6	B737-300	560	35179
7	CRJ 1000	1401	88011
8	ATR 72-500	840	52769

Sumber : *Angkasa Pura II*

Adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan pergerakan pesawat tahunan yaitu .

$$R_n = R_o (1+i)^n$$

4. Penentuan nilai CBR

Berdasarkan data lapangan dari hasil wawancara dengan pihak Angkasa Pura, data nilai CBR adalah sebagai berikut :

- a. Nilai CBR *Subgrade* : 5%
- b. Nilai CBR *Subbase* : 20%

5. Menentukan masing-masing tipe roda pendaratan pesawat.

Tipe roda pendaratan utama sangatlah menentukan dalam perhitungan tebal perkerasan karena penyaluran beban pesawat melalui diberikan melalui roda ke perkerasan. Masing-masing roda pendaratan pesawat campuran akan dikonversi ke roda pendaratan pesawat rencana. Pesawat rencana Boeing 737 - 800 memiliki roda pendaratan dengan tipe dual wheel.

6. Menentukan Annual Departure (R2)

R2 merupakan jumlah keberangkatan tahunan (*annual departure*) pesawat campuran dimana diperoleh dengan cara mengalikan proyeksi pergerakan pesawat tahunan dengan faktor konversi roda pendaratan. Dimana R2 adalah Pergerakan pesawat tahunan dikali faktor konversi roda pendaratan. Hasil perhitungan pada persamaan tersebut disajikan dalam bentuk table berikut :

Tabel 8. *Annual departure* pesawat campuran

No	Jenis Pesawat	Pergerakan pesawat tahunan	Faktor konversi roda pendaratan	Annual Departure (R2)
1	A 320 200	10084	1	10084
2	LEARJET 35	560	0,8	448
3	B737 - 900 ER	4482	1	4482
4	B737 - 800	7843	1	7843
5	B737 - 500	1680	1	1680
6	B737-300	560	1	560
7	CRJ 1000	1401	1	1401
8	ATR 72-500	840	1	840

7. Menghitung beban roda pesawat campuran (W2).

W2 merupakan beban roda pesawat campuran dimana dihitung dengan menggunakan persamaan

$$W2 = 0,95 \times MTOW \times 1/M \times 1/N$$

Persamaan tersebut disajikan dalam bentuk tabel berikut :

Tabel 9. Beban roda pesawat campuran

No	Aeroplane Types	MTOW (lbs)	Roda Pendaratan		W2 (lbs)
			M	M	
1	A 320 - 200	169.755,94	2	2	40.317,03
2	LEARJET 35	17.639,98	2	2	4.189,5
3	B 737 - 900 ER	174.165,2	2	2	41.364,2
4	B 737 - 800	176.369,8	2	2	41.887,8
5	B 737 - 500	130.072,7	2	2	30.892,3
6	B 737 300	141.095,8	2	2	33.510,25
7	CRJ 1000	92.594,15	2	2	21.991,1
8	ATR 72-500	50.706,32	2	2	12.042,75

8. Menghitung beban roda pesawat kritis (W1).

W1 merupakan beban roda pesawat kritis dimana bebannya diambil dari beban roda pesawat rencana yaitu pesawat B 737 – 800 dengan beban roda 41.887,8 lbs.

9. Menghitung R1

R1 merupakan *Equivalent Annual Departure* (EAD) atau keberangkatan tahunan ekivalen oleh pesawat rencana dimana dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Log R1} = \text{Log R2} \left(\frac{W2}{W1} \right)^{0,5}$$

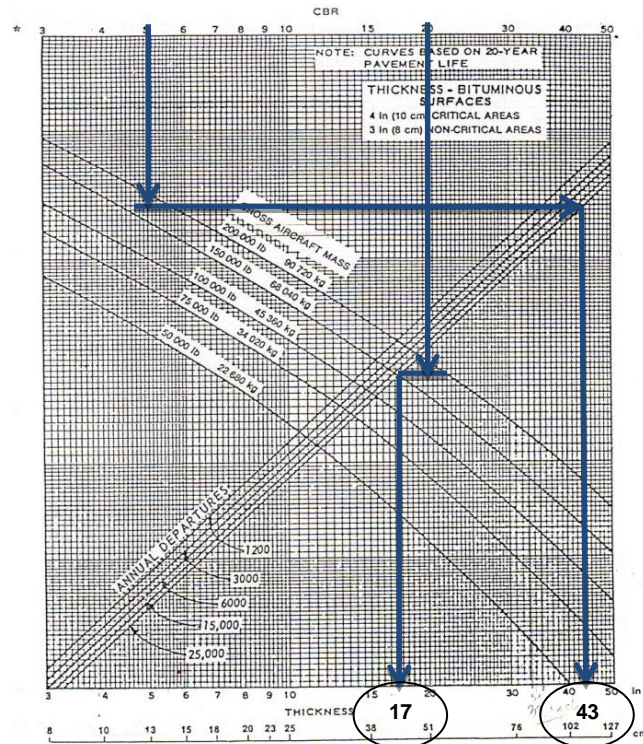
Tabel 10. Tebal perhitungan *Equivalent Annual Departure*

No	Jenis Pesawat	Annual Departure (R2)	Log R2	$\left(\frac{W2}{W1}\right)^{0,5}$	Log R1	Equivalent Annual Departure (R1)
1	A 320 200	10084	4,0036	0,98	3,92	8317,64
2	LEARJET 35	448	2,65	0,32	0,85	7,08
3	B737 - 900 ER	4482	3,65	0,99	3,61	4073,8
4	B737 - 800	7843	3,89	1	3,89	7762,5
5	B737 – 500	1680	3,225	0,86	2,77	588,84
6	B737-300	560	2,75	0,89	2,45	281,84
7	CRJ 1000	1401	3,15	0,72	2,27	186,21
8	ATR 72-500	840	2,92	0,54	1,58	38,02
Total						21255,93

Dari persamaan tersebut kemudian ditentukan EAD dengan masing-masing pesawat rencana. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan didapat pesawat B737-800 sebagai pesawat rencana dengan 21.255,93 pergerakan.

10. Menghitung tebal perkerasan *Runway*

Dalam penentuan tebal perkerasan metode FAA, dilakukan menggunakan grafik sesuai dengan tipe roda pendaratan pesawat rencana yaitu *dual wheel gear*. Tebal perkerasan total dihitung dengan memplotkan data CBR *subgrade*, MTOW (*Maximum Take Off Weight*) pesawat rencana, dan nilai *Equivalent Annual Departure* ke grafik sesuai dengan pesawat rencana.



Gambar 1. Grafik perkerasan lentur pada daerah kritis dengan tipe dual wheel gear

Maka didapat hasil perkerasan seperti terlihat di tabel dibawah ini :

Tabel 11. Tebal perkerasan tiap landasan

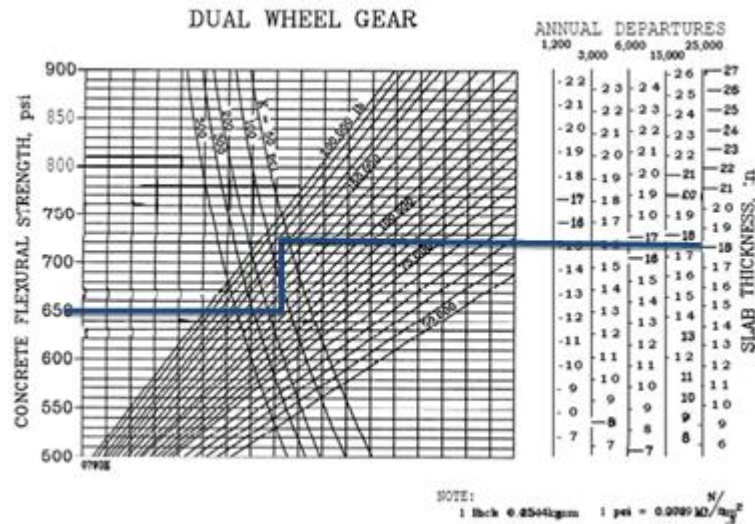
Lapisan	Kritis (T)		Non Kritis (0,9 T)		Pinggir (0,7 T)	
	Inch	cm	Inch	cm	Inch	cm
Surface	4	10	3	8	2,8	7
Base Course	13	33	11,7	30	9,1	23
Subbase Course	26	66	23,4	59	18,2	46

Tabel 12. Tebal perkerasan runway tiap lapisan setelah stabilisasi

Lapisan perkerasan	Perbandingan				Deviasi (%)
	Eksisting		Perhitungan		
	Inci	Cm	inci	Cm	
Lapisan permukaan (Surface)	4	10,16	4	10,16	0
Lapis Pondasi Atas (Base)	6,7	17,00	8,125	20,64	15
Lapis Pondasi Bawah (Subbase)	16,5	42,00	18,6	47,24	15
Total	27,1	69,16	30,725	78,04	30

Tabel 13. Tebal perkerasan taxiway

Jenis Perkerasan	Hasil Perhitungan	
	In	cm
Overlay	-	-
Surface Course	3	7,62
Base Course	7,32	18,59
Subbase Course	16,7	42,4
Total	30,02	76,23



Gambar 2. Grafik perkerasan kaku untuk mendapatkan tebal slab beton

Tabel 14. Tebal perkerasan apron

Jenis Perkerasan	Hasil Perhitungan	
	In	cm
Surface Course	18	46
Base Course	6	15,24
Subbase Course	6	15,24
Total	30	76,48

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan perhitungan dengan menggunakan metode FAA, disimpulkan sebagai berikut:

- Tebal perkerasan runway sebesar 78,04 cm, yang terdiri dari 10,16 cm surface course, 20,64 cm base course, dan 47,24 cm subbase course.
- Tebal perkerasan taxiway sebesar 76,23 cm, yang terdiri dari 7,62 cm surface course, 18,59 cm base course, dan 42,4 cm subbase course.
- Tebal perkerasan Apron sebesar 76,48. Karena perkerasan Apron menggunakan perencanaan perkerasan rigid tanpa tulangan lapisan yang dihasilkan hanya tebal slab beton yaitu 46 cm, Untuk base course tebal 15,24 cm dan subbase course tebal 15,24 cm diambil dari tebal eksisting Apron..

DAFTAR PUSTAKA

- Anton Manontong Nababan, Eduardi Prahara, ST., MT , *Desain Tebal Perkerasan Dan Panjang Runway Menggunakan Metode FAA; Studi Kasus Bandara Internasional Kuala Namu Sumatera Utara*
- Basuki, Heru. 1986. *Merancang dan Merencana LapanganTerbang*. Penerbit Alumni 1986 Bandung
- Brian Charless, Sri Djuniati, Ari Sandiyavitri, 2016, *Analisis Perencanaan Struktur Perkerasan Runway, Taxiway, Dan Apron Bandara Sultan Syarif Kasim II Menggunakan Metode FAA*
- Buku Panduan Kuliah, *Lapangan Terbang*, Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945, Semarang
- Hazanawati, Wardhani Sartono, 2008, *Kajian Pengembangan Sisi Udara Bandar Udara Japura Kabupaten Indragiri Hulu*
- Horonjeff, Robert. McKelvey, X, Francis., 1988, “*Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara Edisi Ketiga Jilid I*”
- Sartono, Wardhani, Dewanti, Rahman, Taqia, 2016 *Bandar Udara*
- Sheellfia J. Permana, Ir. Hera Widyastuti, MT.Ph.D, 2013, *Studi Perencanaan Pengembangan Landas Pacu (Runway) Dan Landas Hubung (Taxiway) Bandara Abdulrachman Saleh Malang*
- Warsito, Djoko, 2017. “*Manajemen Bandar Udara : Landasan Pacu, Taxiway dan Apron*”. Erlangga