

# ANALISIS STRUKTUR PERKERASAN RUNWAY, TAXIWAY DAN APRON BANDAR UDARA DR. F.L. TOBING MENGGUNAKAN METODE UNITED STATES OF AMERICAN PRACTICE

Dwinanta Utama

Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Industri dan  
Sistem Transportasi BPP Teknologi

## Abstract

*Airport is the point of interchange between people or cargo to transfer from air transportation system to other system of transport such as land and water transportation system. Airport is also a facility for supporting fast and long distance transportation such as inter-cities or inter-island transportation system. Currently many Kabupaten/Kota in Indonesia eager to improve their existing airport since the era of otonomi daerah started, to generate and accelerate regional development. Consequently the airport improvement should include not only landside but also the airside facilities such as runway, taxiway and apron. Runway, taxiway and apron pavement structure are sometime designed in various methods. One method that is recently implemented in Indonesia is the United Stage of American Practice method, recommended by International Civil Aviation Organization (ICAO). This analysis shows the strategy to develop the airside facilities and to design the runway, taxiway and apron pavement structure using that method. The development plan of DR. F.L. Tobing, Sibolga airport in Kabupaten Tapanuli Tengah, North Sumatera Province will be used as the case study. There are three phases in this development plan to determine the airside facilities. The aircraft to be used in the future are F-28 in phase I (2003-2012), F-100 in phase II (2012-2022) and B-737 in Ultimate Phase (After 2022).*

**Kata kunci :** Analisis struktur perkerasan runway, taxiway dan apron

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Bandar udara merupakan tempat atau fasilitas perpindahan orang maupun barang dari moda transportasi udara ke moda transportasi lainnya baik moda darat maupun moda air.

Suatu bandara udara harus memiliki fasilitas sisi udara yang meliputi landas pacu (*runway*), landas hubung (*taxiway*) dan tempat parkir pesawat (*apron*) yang memenuhi standar baik segi kekuatan maupun dimensi ukurannya. Demikian pula dengan struktur perkerasan dari fasilitas sisi udara bandar udara yang merupakan prasarana yang sangat penting dalam pengoperasian suatu bandar udara.

Oleh sebab itu perancangan struktur perkerasan fasilitas sisi udara harus menggunakan metode atau standar yang diperbolehkan secara

internasional. Salah satu metode perancangan (*design*) perkerasan yang digunakan adalah *United State of American Practice* yang direkomendasikan oleh *International Civil Aviation Organization (ICAO, Aerodrome Design Manual part 3, Pavements, 1983)*.

Sejalan dengan adanya rencana pengembangan Bandar Udara DR. F.L. Tobing yang berada di wilayah Kabupaten Tapanuli Tengah, propinsi Sumatera Utara maka dalam perancangan struktur fasilitas sisi udaranya (*runway, taxiway dan apron*) akan diterapkan metode tersebut diatas.

### 1.2. Tujuan

Tujuan kajian ini adalah untuk merencanakan tebal perkerasan *runway, taxiway dan apron*, dengan menggunakan metode *United State of American Practice* sesuai dengan rencana induk

pengembangan bandar udara dengan jangka waktu 20 tahun yang dituangkan dalam rencana jangka pendek/*phase I* (2003-2012), jangka menengah/*Phase II* (2012-2022), dan jangka panjang /*Phase Ultimate* (Pasca 2022).

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Pengumpulan Data

Data sekunder yang dikumpulkan meliputi data klimatologi (arah dan kecepatan angin, curah hujan, temperatur rata-rata), data struktur perkerasan *runway*, *taxiway* dan *apron* eksisting serta studi-studi terdahulu yang terkait dengan kajian ini. Sedangkan data primer yang dikumpulkan meliputi topografi bandar udara eksisting dan sekitarnya, lingkungan, hidrologi dan geologi/kondisi tanah (CBR tanah dasar).

### 2.2. Metodologi

Pertama-tama dilakukan identifikasi kondisi dan fasilitas yang tersedia pada bandar udara eksisting. Selanjutnya di prediksi prakiraan jumlah penumpang dimasa yang akan datang, tergantung pada rencana pengembangan rute yang akan dilayani. Demikian pula dengan jumlah kargo diprediksi berdasarkan rencana produksi komoditi yang akan di angkut melalui bandar udara ini. Dari perhitungan ini dapat ditentukan jenis pesawat yang dibutuhkan.

Setelah jenis pesawat dapat ditentukan berdasarkan kebutuhan maka kebutuhan fasilitas bandar udarapun dapat ditentukan. Kebutuhan panjang landas pacu ditentukan berdasarkan kebutuhan panjang landas pacu sesuai jenis pesawat dengan koreksi terhadap ketinggian, temperatur dan *gradient* landas pacu.

Sedangkan kebutuhan dimensi *apron* akan tergantung pada ukuran dan jumlah pesawat yang akan beroperasi pada waktu yang bersamaan (*peak hour*) serta mengacu pada standar yang berlaku sesuai dengan kelas bandar. Panjang *taxiway* akan ditentukan oleh jarak aman antara landas pacu dengan *apron* sesuai dengan standar keselamatan operasional penerbangan.

Tebal perkerasan landas pacu (*runway*), landas hubung (*taxiway*) dan *apron* dihitung dengan menggunakan metode *United States of American practice* yang termuat dalam *Aerodrome Design Manual part 3*, ICAO, 1983 mengenai *pavement*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Kondisi Eksisting

Bandar Udara DR. F.L. Tobing pada tahun 2002 termasuk bandar udara kelas IV. Berdasarkan fasilitas yang dimiliki serta jenis pesawat terbesar yang dapat beroperasi, maka bandar udara ini termasuk dalam kategori kelas 3C menurut ICAO, *Annex 14, Third Edition – July 1999*.

Bandar udara ini dikelola oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. Dengan klasifikasi operasi *non precision approach*, saat ini bandara udara dapat melayani pesawat C-212, Hercules, F-27 dan CN 235.

Orientasi *runway* Bandar Udara ini adalah 12-30 dengan elevasi lokal adalah 10 m diatas permukaan air laut dan temperatur rata-rata adalah 26°C.

### 3.2. Lokasi

Bandar Udara DR. F.L. Tobing terletak di Kecamatan Lumut dengan koordinat letak geografis 00°33' Lintang Utara dan 98°53' Bujur Timur. Bandar udara ini terletak 383 km dari Medan atau 31,5 km di sebelah Selatan dari kota Sibolga ke arah Padang Sidempuan. Lokasi Bandar Udara DR. F.L. Tobing dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Bandar Udara DR. F.L. Tobing.

### 3.3. Fasilitas Sisi Udara

Fasilitas utama yang termasuk dalam fasilitas sisi udara suatu bandar udara antara lain adalah *runway* (landas pacu), *taxiway* dan *apron*.

#### a. Runway

*Runway* bandar udara DR. F.L. Tobing saat ini mempunyai dimensi panjang 1.710 m, lebar 30 m dengan konstruksi perkerasan aspal hotmix. Kemampuan landasan setelah *overlay* aspal beton setebal 5 cm pada tahun 2002 adalah PCN – 18 FCYT dan dapat didarati oleh pesawat F-27.

*Runway* tersebut termasuk jenis *single runway* dengan konfigurasi arah adalah 12-30. Perkerasan *runway* adalah perkerasan lentur (*flexible pavement*). Elemen-elemen *runway* yang dimiliki oleh bandar udara ini sejak beroperasi hingga kini dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 1. Elemen-elemen Runway**

Jenis	Ukuran	Keterangan
<i>Shoulder</i>	2 x 35 m x 1.900 m	Rumput
<i>Overrun</i>	2 (30 m x 30 m)	Aspal kolakan
<i>Air strip</i>	1.900 x 100 m	
<i>Turning Area</i>	Tidak ada	

Sumber : Bandar Udara DR. F.L. Tobing, Tahun 2002

#### b. Taxiway

*Taxiway* yang dimiliki saat ini adalah 1 (satu) buah dengan dimensi panjang 165 m dan lebar 23 m. Jenis perkerasan *taxiway* adalah perkerasan lentur dengan jenis konstruksinya adalah *hotmix*. Tebal lapis perkerasan *taxiway* adalah total 52,5 cm yang terdiri dari 5 cm *hotmix*, 5 cm aspal kolakan, 7,5 cm aspal penetrasi, 10 cm paklaag dan 25 cm sirtu.

#### c. Apron

Dimensi *apron* pada bandar udara DR. F.L. Tobing adalah 100 m x 50 m dengan jenis perkerasan lentur hotmix dengan ketebalan total sama dengan *taxiway* yaitu 52,5 cm yang terdiri dari 5 cm *hotmix*, 5 cm aspal kolakan, 7,5 cm aspal penetrasi, 10 cm paklaag dan 25 cm sirtu.

### 3.4. Karakteristik Fisik Daerah

#### a. Keadaan Geografi

Bandar udara DR. F.L. Tobing terletak pada kecamatan Lumut yang berada di Kabupaten Tapanuli Tengah, Propinsi Sumatera Utara. Letak geografis Kabupaten Tapanuli Tengah adalah 1<sup>0</sup>11'-2<sup>0</sup>22' Lintang Utara dan 98<sup>0</sup>07'-98<sup>0</sup>12' Bujur Timur dengan luas wilayah 2.195 km<sup>2</sup>.

Secara administrasi Kabupaten Tapanuli Tengah berbatasan dengan beberapa daerah seperti:

- Sebelah Utara : Kabupaten Aceh Selatan (Nanggroe Aceh Darussalam)
- Sebelah Timur : Tapanuli Utara
- Sebelah Selatan : Tapanuli Selatan
- Sebelah Barat : Samudera Indonesia

Kabupaten Tapanuli Tengah dibagi menjadi 8 kecamatan yaitu kecamatan Lumut, Sibabangun, Sibolga, Kolang, Tapian Nauli, Sorkam, Barus dan Manduamas.

#### b. Klimatologi

Kecamatan Lumut beriklim tropis, dengan curah hujan yang relatif tinggi dan penyebaran yang merata sepanjang tahun. Curah hujan tertinggi tahunan antara tahun 1994 sampai 2000 berdasarkan data dari stasiun hujan bandara DR. F.L. Tobing adalah 5.321,7 mm pada tahun 1998. Kelembaban udara rata-rata 83,08 % dan temperatur udara rata-rata adalah 26,15 °C.

#### c. Kondisi Hidrologi

Ada beberapa sungai yang mengalir di daerah lokasi bandar udara DR. F.L. Tobing. Sungai yang dominan adalah Aek Tapus di Selatan dan Aek Nabobar di Utara. Aek Tapus layak untuk sumber air baku, sedang pembuangan akhir drainase ke Aek Nabobar, sesuai dengan rona alam bandar udara DR. F.L. Tobing.

### 3.5. Prakiraan Permintaan Jasa Angkutan Udara

Prakiraan permintaan jasa angkutan udara di Bandar Udara DR. F.L. Tobing dilakukan untuk kurun waktu 20 tahun mendatang. Prakiraan permintaan jasa angkutan yang ditinjau meliputi 2 (dua) parameter pokok, yaitu: permintaan penumpang dan kargo udara. Dalam sebuah perencanaan bandar udara pada umumnya kedua parameter tersebut merupakan faktor penting untuk analisis kebutuhan fasilitas bandar udara yang selanjutnya digunakan dalam proses perancangan fasilitas bandar udara. Hasil peramalan dapat dilihat pada tabel 2.

### 3.6. Analisis Kebutuhan Pengembangan Bandar Udara

#### 3.6.1. Critical Aircraft

Digunakan pesawat sekelas F-28 sebagai *critical aircraft* untuk bandar udara DR. F.L. Tobing yang diprakirakan akan diperlukan untuk fasilitas penerbangan *charter*. Sedangkan penggunaan pesawat sekelas F-27 akan digunakan untuk

keperluan penerbangan regular. Sedangkan untuk *phase II* diperkirakan akan beroperasi pesawat sekelas F-100 dan *phase ultimate* pesawat sekelas B-737.

### 3.6.2. Klasifikasi Bandar Udara

Klasifikasi bandar udara ditentukan berdasarkan pada jenis pesawat yang dibutuhkan. Jenis pesawat yang akan digunakan adalah sekelas F-28 pada *phase I* untuk angkutan kargo dan pelayanan *charter*. Data teknis untuk pesawat F-28 adalah sebagai berikut:

- a. *Wing span* : 25,07 m,
- b. *Length* : 27,4 m,
- c. *Height* : 8,47 m,
- d. *Max take-off weight* : 33.110 kg.

e. *Runway reference length* : 1.640 m

Maka berdasarkan ICAO "International Standards and Recommended Practices, Aerodromes – Annex 14", Third Edition, July 1999, bandar udara DR. F.L. Tobing mempunyai klasifikasi 3 C pada *phase I* dan 4 C pada *phase ultimate*.

### 3.6.3. Kebutuhan Fasilitas Sisi Udara

Dari hasil peramalan penumpang, jumlah kargo serta jenis pesawat yang akan beroperasi maka kebutuhan fasilitas sisi udara dapat ditentukan. Fasilitas sisi udara meliputi landas pacu (*runway*), landas hubung (*taxiway*) dan *apron* seperti dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan Fasilitas Sisi Udara

No	ITEM	PHASE I		PHASE II 2022	PHASE ULTIMATE
		Stage 1 2003-2005	Stage 2 2006-2012		
1	Aeorodrome Reference Code	3 C	3 C	3 C	4 C
2	Kategori Operasional Runway 12 – 30	Non Instrumen	Non Instrumen	Instrumen Non Presisi	Instrumen Presisi Cat. I
3	Dimesi Runway	1800 x 30 m2	1800 x 30 m2	2150 x 45 m2	2500 x 45 m2
4	Dimensi Runway Strip	1920 x 150 m2	1920 x 150 m2	2270 x 300 m2	2620 x 300 m2
5	Dimensi Apron	103 x 80 m2	103 x 80 m2	154 x 90 m2	191 x 90 m2
6	Taxiway	1 (135 x 23) m2	1 (135 x 23) m2	1 (189 x 23) m2	1 (189 x 23) m2
7	Apron Terminal Penumpang Jenis Pesawat				
	F-27	1	1	-	-
	F-28	-	-	1	1
	F-100	-	-	-	1
	B 737	-	-	-	-
	Apron Terminal Kargo				
	F-28	1	1	-	-
	F-100	-	-	1	-
	B-737	-	-	-	1
	Cadangan	1	1	1	1
Total Stand	3	3	3	4	

Sumber : Hasil Analisis

### 3.7. Kriteria Rencana Perkerasan Bandar Udara

Salah satu faktor dasar dalam perencanaan perkerasan bandar udara adalah kondisi tanah dasar, di mana struktur perkerasan bandar udara tersebut akan berada. Kondisi tanah dasar di lokasi yang akan direncanakan perkerasannya dapat ditunjukkan melalui parameter CBR lapangan. Hasil pengujian CBR lapangan (nilai 90% dari keseluruhan kelompok sampel pengujian) menunjukkan harga CBR 4% untuk *subgrade* di daerah yang direncanakan sebagai area perpanjangan *runway* dan pelebaran *apron*. Dengan demikian kondisi tanah dasar termasuk dalam kategori C (*low*) yang memiliki rentang parameter CBR antara 3 – 6%. Untuk perancangan perkerasan ini ditentukan nilai CBR desain adalah 4%. Mendasarkan aspek teknis

berupa kondisi tanah dasar, aspek pelaksanaan pekerjaan, serta aspek biaya konstruksinya, maka perkerasan Bandar Udara DR. F.L. Tobing direncanakan dengan struktur perkerasan lentur (*flexible pavement*). Bandara DR. F.L. Tobing akan dikembangkan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut (HMSO, Buku Pedoman Perhitungan Perkerasan Metode ACN/PCN Inggris, 1989) :

1). *Phase I* : Tahun Target 2012

Target Penumpang Tahunan : 4.004

Pesawat Rencana Terbesar : Sekelas F - 28

Nilai PCN Minimum (*Flexible*): 20/F/C/Y/U

2). *Phase II* : Tahun Target 2022

Target Penumpang Tahunan: 7.832

Pesawat Rencana Terbesar Sekelas F -

100 Nilai PCN Minimum (*Flexible*): 30/F/C/Y/U

3). *Phase Ultimate*: Tahun Target Pasca 2022

Target Penumpang Tahunan: 11.748

Pesawat Rencana Terbesar:sekelas B737-400 Nilai PCN Minimum (*Flexible*): 44/F/C/Y/U

(*maximum takeoff weight*). Hasil prediksi pergerakan pesawat udara tersaji pada tabel 3.

### 3.8. Volume Lalu Lintas Udara

Menurut ICAO, perancangan struktur perkerasan bandar udara harus memper-timbangkan hasil prakiraan lalu lintas udara. Manual perancangan tersebut juga menyebutkan bahwa analisis perkerasan bandar udara didasarkan pada faktor keberangkatan pesawat udara dan kondisi beban pesawat udara maksimum pada saat lepas landas

### 3.9. Beban Rencana

#### 3.9.1. Penentuan Pesawat Rencana (*Design Aircraft*)

Hasil prakiraan jumlah keberangkatan pesawat udara tahunan di Bandara DR. F.L. Tobing pada tahun 2022 (tahun target *Phase Ultimate*) adalah sebagaimana tersaji pada Tabel 4.

**Tabel 3. Prediksi Pergerakan Pesawat Udara Tahunan (*Annual Departure*)**

No	Jenis Pesawat	Jumlah Keberangkatan Pesawat Udara			
		2003	2005	2012	2022
Keberangkatan Harian ( <i>Daily Departure</i> )					
1	F-27	1	1	0	0
2	F-28	1	1	2	2
3	F-100	0	0	1	1
3	B737-200 ( <i>reguler</i> )	0	0	0	1
4	B737-400 ( <i>charter</i> )	0	0	0	4/week
Keberangkatan Tahunan ( <i>Annual Departure</i> )					
1	F-27	180	224	0	0
2	F-28	0	208	462	480
3	F-100	0	0	312	624
3	B737-200 ( <i>reguler</i> )	0	0	0	488
4	B737-400 ( <i>charter</i> )	0	0	0	209

Menurut ICAO *Aerodrome Design Manual*, 1983, ketebalan lapis perkerasan bergantung kepada karakteristik *gear type*, *main wheel load* dan *annual departure*. Oleh karena perkerasan bandar udara ini melayani lalu lintas jenis pesawat yang beragam (*mixed traffix*), maka perlu

dilakukan konversi faktor-faktor yang berpengaruh tersebut pada pesawat rencana. Penetapan pesawat rencana untuk menentukan tebal perkerasan adalah pesawat yang memiliki MTOW terbesar yaitu B737-400.

**Tabel 4. Annual Departure pada Tahun Target Phase Ultimate**

No.	Jenis Pesawat	Gear Type	MTOW		Forecast Annual Departure
			Lbs	Kg	
1	F-28	Dual	73.000	33.113	480
2	F-100	Dual	98.500	44.880	624
3	B737-200 ( <i>reguler</i> )	Dual	110.000	52.616	488
4	B737-400 ( <i>charter</i> )	Dual	150.500	68.266	209

#### 3.9.2. Penentuan *Equivalent Annual Departure*

Dalam penentuan tebal perkerasan, selanjutnya karakteristik jenis sumbu pendaratan (*main gear load*) masing-masing jenis pesawat udara tersebut perlu dikonversi ke dalam *converted gear departure of design aircraft*. Faktor konversi yang dipergunakan adalah mengacu kepada Manual FAA (Ref: FAA AC 150/5320-6D, 1996, page 25). Adapun hasil konversi

tersebut tertera dalam Tabel 5. Setelah masing-masing *annual departure* tersebut dikonversikan dalam konfigurasi roda pendaratan yang seragam, selanjutnya dilakukan konversi ke dalam *equivalent annual departure of the design aircraft* yang ditentukan dengan formula sebagai berikut:  

$$\log R1 = \log R2 \times (W2/W1)^{0,5}$$
 .....(1)

**Tabel 5. Converted Annual Departure by Gear Type**

No	Jenis Pesawat	Faktor Konversi	Annual Departure		Keterangan
			Actual	Converted	
1	F-28	1,0	480	480	Dual to Dual
2	F-100	1,0	624	624	Dual to Dual
3	B737-200 (reguler)	1,0	488	488	Dual to Dual
4	B737-400 (charter)	1,0	209	209	Dual to Dual

dengan R1 = *equivalent annual departure of the design aircraft*

R2 = *annual departure expressed in design aircraft landing gear*

W1 = *wheel load of the design aircraft*

W2 = *wheel load of the aircraft in question.*

Hasil perhitungan *equivalent annual departure* ditunjukkan pada Tabel 6.

Menurut hasil perhitungan ini, perkerasan Bandara DR. F.L. Tobing pada Phase Ultimate akan didesain dengan kategori volume prediksi keberangkatan tahunan sebesar 1.200 *annual departure* (pendekatan dari 947 *annual departure*), dengan karakteristik gear pesawat jenis *dual wheel* dan memiliki berat pesawat 150.500 lbs (68.266 kg).

**Tabel 6. Equivalent Annual Departures on Design Aircraft Phase Ultimate**

Aircraft Type	Eq. Dual Gear Departure	%Weight by Main Gear	Wheel Load each Aircraft		Wheel Load Design Aircraft		Equivalent Annual Departures	
			Lbs	Kg	lbs	kg		
F-28	480	46,5	15.047	6.825	35.175	15.995	56	
F-100	624	47,8	23.920	10.605	35.175	15.995	288	
B737-200	488	45,5	27.300	11.489	35.175	15.995	394	
B737-400	209	46,9	35.175	15.995	35.175	15.995	209	
Total								<b>947</b>

### 3.10. Kebutuhan Struktur Perkerasan

#### 3.10.1. Kondisi Eksisting Perkerasan Bandar Udara DR. F.L. Tobing

Berdasarkan data diketahui bahwa kondisi struktural perkerasan eksisting Bandara DR. F.L. Tobing adalah sebagai berikut:

##### Struktur Lapisan Runway:

Lapis Permukaan: Terdiri dari lapisan Aspal Beton (*Asphalt Concrete*) setebal 5 cm dan aspal kolakan setebal 5 cm.

Lapis *Base*: Terdiri dari aspal kolakan 5 cm, aspal penetrasi 12,5 cm dan paklaag 10 cm,.

Lapis *Subbase*: Lapisan Sirtu 25 cm.

Lapis Tanah Dasar: berupa tanah lempung kepasiran yang memiliki nilai CBR lapangan sebesar 4%.

##### Struktur Lapisan Apron dan Taxiway :

Lapis Permukaan: Terdiri dari lapisan Aspal Beton (*Asphalt Concrete*) setebal 5 cm dan aspal kolakan setebal 5 cm.

Lapis *Base*: Terdiri dari aspal penetrasi 7,5 cm dan paklaag 10 cm,.

Lapis *Subbase*: Lapisan Sirtu 25 cm.

Lapis Tanah Dasar: berupa tanah lempung kepasiran yang memiliki nilai CBR lapangan sebesar 4%.

#### 3.10.2. Kebutuhan Tebal Perkerasan Bandar Udara DR. F.L. Tobing

Perhitungan kebutuhan tebal perkerasan dilakukan dengan menggunakan Nomogram Penentuan Tebal Total Perkerasan menurut *ICAO Aerodrome Design Manual Part 3: Pavement* (gambar 2). Tinjauan perhitungan kebutuhan tebal perkerasan akan dilakukan untuk masing-masing tahap pengembangan bandar udara.

##### 1. Kebutuhan Tebal Perkerasan Phase Ultimate (Tahun Target 2022)

Pengembangan Bandara DR. F.L. Tobing pada *Phase Ultimate* diharapkan akan mampu mendukung operasi pesawat terbesar sekelas B737-400, yang juga merupakan sasaran akhir kelas pesawat yang beroperasi. Karena itu, kebutuhan tebal perkerasan pada *Phase Ultimate* ini perlu diketahui sejak awal guna penentuan skenario pengembangan struktur perkerasannya. Dengan asumsi pesawat rencana terbesar adalah B737-400 yang memiliki bobot 150.500 lbs (68.266 kg), dan prakiraan pergerakan sebesar 1200 *equivalent annual departure*, serta kondisi nilai *CBR subgrade* 4%, maka selanjutnya ditentukan tebal perkerasan dengan nomogram penentuan tebal total perkerasan untuk *dual wheel aircraft* (gambar 2) .

##### Tebal Perkerasan Total

Dari bacaan nomogram diperoleh tebal total perkerasan sebesar 38 inchi (97 cm).

### Tebal Lapis Permukaan

Tebal Lapis Permukaan berupa bahan Beton Aspal (*bituminous surfacing*) sesuai dengan persyaratan adalah 4 inch (10 cm) untuk *critical area*, dan 3 inch (7,5 cm) untuk *non-critical area*.

### Tebal Base Course

Tebal *Base Course* atau Lapis Pondasi Atas dapat dihitung dengan memperhitungkan bahwa tebal perkerasan di atas *subbase* yang diasumsikan memiliki nilai CBR 20%. Dengan menggunakan nomogram yang sama tersebut, diperoleh nilai ketebalan 13 inch termasuk lapis permukaannya. Dari hasil perhitungan ini selanjutnya dapat ditentukan tebal *base course* adalah  $13 - 4 = 9$  inch.

### Tebal Subbase Course

Tebal *Subbase Course* dapat ditentukan dengan menghitung perbedaan antara tebal total perkerasan dengan tebal *base course* dan lapis permukaannya, yaitu  $= 38 - (9 + 4) = 25$  inch.

### Tebal Struktur Perkerasan Teoritis

Dari hasil perhitungan tebal perkerasan untuk Phase Ultimate diperoleh tebal masing-masing lapisan sebagai berikut:

- Lapis Permukaan : 4" = 10 cm
- Lapis Pondasi Atas : 9" = 23 cm
- Lapis Pondasi Bawah: 25" = 63,5 cm
- Total Tebal Perkerasan: 38 " = 96,5 cm

## 2. Kebutuhan Tebal Perkerasan Phase I (Tahun Target 2003)

Pengembangan Bandara DR. F.L. Tobing pada Phase I diharapkan akan mampu mengakomodasi kebutuhan lalu lintas udara sampai dengan tahun 2012. Tahun dasar Phase I ini adalah 2003, yang mana diharapkan perkerasan bandar udara dapat mengakomodasi pesawat terbesar sekelas F-28, dengan catatan lapis pondasinya sudah mengantisipasi kebutuhan pengembangan tahap berikutnya. Dalam kondisi ini, jenis pesawat lain yang diharapkan akan dapat beroperasi di bandar udara ini antara lain: DASH7, F27Mk500, CN 235 atau pesawat sekelas lainnya.

Dengan asumsi pergerakan tahunan sebesar 1200 *equivalent annual departure* dan kondisi nilai CBR *subgrade* 4%, maka dengan nomogram penentuan tebal total perkerasan selanjutnya dapat ditentukan kebutuhan tebal perkerasan untuk masing-masing jenis pesawat udara. Hasil perhitungan tebal total perkerasan dengan nomogram untuk Phase I ini tertuang pada Tabel 7.

**Tabel 7. Kebutuhan Tebal Perkerasan Phase I**

Jenis Pesawat	Berat Kotor (kg)	Tebal Total Perkerasan	Tebal Lapis Perkerasan (cm)
F 28 Mk4000	33.113	27 in (68,58 cm)	Surface : 10 cm Base : 20 cm Subbase : 38,58 cm

## 3. Kebutuhan Tebal Perkerasan Phase II

Pengembangan fasilitas bandar udara pada Phase II, diharapkan akan mampu mengakomodasi pesawat jenis F100 atau pesawat sekelas lainnya. Dengan asumsi akan terjadi 1200 *equivalent annual departure* dan kondisi nilai CBR *subgrade* 4%, maka selanjutnya dapat ditentukan tebal total perkerasan untuk masing-masing jenis pesawat udara. Hasil perhitungan tebal total perkerasan pada Phase II ini tertuang pada Tabel 8.

**Tabel 8. Kebutuhan Tebal Perkerasan Phase II.**

Jenis Pesawat	Berat Kotor (kg)	Tebal Total Perkerasan	Tebal Lapis Perkerasan (cm)
F100	44.880	31 in (79 cm)	Surface : 10 Base : 20 Subbase : 49

### 3.11 Rancangan Struktur Perkerasan

#### 3.11.1. Pertimbangan Rancangan Struktur Perkerasan

Rancangan struktur perkerasan Bandara DR. F.L. Tobing ini akan mempertimbangkan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Pembangunan perkerasan bandar udara akan dilakukan secara bertahap sesuai dengan target pengembangan bandar udara.
- 2) Sejak awal lapis pondasi perkerasan akan akan dirancang guna mengantisipasi kebutuhan perkerasan pada target pengembangan Phase *Ultimate*.
- 3) Tata cara pelaksanaan konstruksi akan dibedakan untuk lokasi pembangunan fasilitas perkerasan baru dan peningkatan fasilitas eksisting (*runway* dan *apron*).
- 4) Pembangunan akan mempergunakan bahan perkerasan (*base* dan *subbase*) yang distabilisasi.

#### 3.11.2. Rancangan Struktur Perkerasan Baru Phase I (Untuk Pesawat Sekelas F-28)

Rancangan struktur perkerasan Phase I untuk konstruksi baru (lokasi perpanjangan runway)

dengan panjang 1.800 m (diperpanjang 90 m) dan lebar 30m adalah sebagai berikut :

**Tabel 9. Rancangan Struktur Perkerasan Baru Phase I**

No.	Rencana Lapis Perkerasan	Fungsi Lapis dan Nilai Ekuivalensi Tebal Perkerasan
1	5 cm AC	<i>Surface:</i> 5cm AC x 1 = 5 cm
2	5 cm ATB	<i>Surface:</i> 5cm ATB x 1 = 5 cm <u>Total Surface = 10 cm</u>
2	20 cm CTBC	<i>Base:</i> 20 cm CTBC x 1,4 = 28 cm <u>Total Base= 28 cm</u>
3	55 cm Lapis Sirtu	<i>Subbase:</i> 55 cm Sirtu x 0,7 = 38,5 cm <u>Total Subbase = 38,5 cm</u>
	Tebal total: 85 cm	Nilai Ekuivalensi Tebal Total Perkerasan = 76,5 cm (30 inchi)

Dengan rancangan struktur perkerasan tersebut akan diperoleh Nilai Ekuivalensi Tebal Total Perkerasan sebesar 76,5 cm (30 inchi). Kebutuhan tebal untuk F28Mk4000 (27 inchi). Dengan demikian, rancangan struktur perkerasan ini akan mampu mendukung operasi pesawat jenis F28Mk4000 dan pesawat sekelas lainnya.

### 3.11.3. Rancangan Struktur Perkerasan Baru Phase II (Untuk pesawat sekelas F-100)

Struktur perkerasan pada *Phase II* diharapkan akan mampu mengakomodasi pesawat F100, dan pesawat sekelas lainnya. Rancangan struktur perkerasan untuk *Phase II* adalah meningkatkan kekuatan struktur perkerasan baru dengan *overlay* setebal 5 cm menggunakan bahan Beton Aspal (*Asphalt Concrete*). Evaluasi perhitungan nilai ekuivalensi tebal total perkerasan untuk rencana struktur perkerasan *Phase II* tertuang pada Tabel 10 berikut.

**Tabel 10. Rancangan Struktur Perkerasan Phase II**

No.	Rencana Lapis Perkerasan	Fungsi Lapis dan Nilai Ekuivalensi Tebal Perkerasan
1	5 cm AC	<i>Surface:</i> 5cm AC x 1 = 5 cm
2	5 cm AC	<i>Surface:</i> 5cm AC x 1 = 5 cm <u>Total Surface = 10 cm</u>
3	5 cm ATB	<i>Base:</i> 5 cm ATB x 1,4 = 7 cm
4	20 cm CTBC	<i>Base:</i> 13 cm CTBC x 1,4 = 18,2 cm <u>Total Base = 25,2 cm</u> <i>Subbase:</i> 7 CTBC x 2 = 14 cm
5	55 cm Lapis Sirtu	<i>Subbase:</i> 55 cm Sirtu x 0,7 = 38,5 cm <u>Total Subbase = 62,5 cm</u>
	Tebal total: 90,0cm	Nilai Ekuivalensi Tebal Total Perkerasan = 87,7 cm (34,5 inchi)

Dengan struktur perkerasan sebagaimana tersebut di atas diperoleh Total Nilai Ekuivalensi Tebal Perkerasan 87,7 cm atau 34,5 inchi. Kebutuhan tebal untuk F100 (31 inchi). Dengan demikian, melalui aplikasi struktur perkerasan ini akan diperoleh struktur perkerasan yang mampu mendukung pesawat jenis F100.

### 3.11.4. Rancangan Struktur Perkerasan Baru Phase Ultimate (B 737-400)

Struktur perkerasan pada *Phase Ultimate* diharapkan akan mampu mengakomodasi pesawat B 737-400, dan pesawat sekelas lainnya. Rancangan struktur perkerasan untuk *Phase Ultimate* adalah meningkatkan kekuatan struktur perkerasan baru dengan *overlay* setebal 5 cm menggunakan bahan Beton Aspal (*Asphalt Concrete*).

Perhitungan nilai ekuivalensi tebal total perkerasan untuk rencana struktur perkerasan *Phase Ultimate* tertuang pada Tabel 11.

**Tabel 11. Rancangan Struktur Perkerasan Phase Ultimate**

No.	Rencana Lapis Perkerasan	Fungsi Lapis dan Nilai Ekuivalensi Tebal Perkerasan
1	5 cm AC	<i>Surface:</i> 5cm AC x 1 = 5 cm
2	5 cm AC	<i>Surface:</i> 5cm AC x 1 = 5 cm <u>Total Surface = 10 cm</u>
3	5 cm AC	<i>Base:</i> 5cm AC x 1,4 = 7 cm
4	5 cm ATB	<i>Base:</i> 5 cm ATB x 1,4 = 7 cm
5	20 cm CTBC	<i>Base:</i> 9 cm CTBC x 1,4 = 12,6 cm <u>Total Base = 26,6 cm</u> <i>Subbase:</i> 11 CTBC x 2 = 22 cm
6	55 cm Lapis Sirtu	<i>Subbase:</i> 55 cm Sirtu x 0,7 = 38,5 cm <u>Total Subbase = 62,5 cm</u>
	Tebal total: 95,0cm	Nilai Ekuivalensi Tebal Total Perkerasan = 97,1cm (38,2 inchi)

Dengan struktur perkerasan sebagaimana tersebut di atas diperoleh Total Nilai Ekuivalensi Tebal Perkerasan 97,1 cm atau 38,2 inchi. Kebutuhan tebal untuk B 737-400 (38 inchi). Dengan demikian, melalui aplikasi struktur perkerasan ini akan diperoleh struktur perkerasan yang mampu mendukung pesawat jenis B 737-400.

### 3.11.5. Rancangan Peningkatan Runway Eksisting Phase I ( Pesawat F-28)

*Runway* eksisting berukuran panjang 1710m dan lebar 30 m. Peningkatan struktur *runway* eksisting dilakukan dengan memanfaatkan lapis perkerasan



eksisting sebagai lapis pondasi dan menambah lapis perkerasan di atasnya dengan bahan dan tebal struktur perkerasan sesuai rencana kebutuhannya. Rancangan peningkatan struktur perkerasan eksisting *Phase I* adalah sebagai berikut:

**Tabel 12. Rancangan Peningkatan Perkerasan Eksisting *Phase I***

No.	Rencana Lapis Perkerasan	Fungsi Lapis dan Nilai Ekuivalensi Tebal Perkerasan
1	5 cm AC (Baru)	Surface: 5cm AC x 1,0 = 5 cm
2	5 cm AC (Baru)	Surface 5cm AC x 1,0 = 5 cm <u>Total Surface = 10 cm</u>
3	5 cm AC (Eksisting)	Base: 5cm AC x 1,5 = 7,5 cm
4	5 cm Aspal Kolakan (Eksisting)	Base: 5cm Kolakan x 1,4 = 7 cm
5	5 cm Aspal Kolakan (Eksisting)	Base: 5cm Kolakan x 1,4 = 7 cm <u>Total Base= 21.5 cm</u>
6	5 cm Aspal Penetrasi (Eksisting)	Subbase: 5cm Penetrasi x 1,5 = 7,5 cm
7	7,5 cm Aspal Penetrasi (Eksisting)	Subbase: 7,5cm Penetrasi x 1,5 = 11,25 cm
8	10 cm Lapis Paklaag (Eksisting)	Subbase: 10cm Paklaag x 1,6 = 16 cm
9	25 cm Sirtu (Eksisting)	Subbase: 25 cm Sirtu x 0,7 = 17,5 cm <u>Total Subbase: 52.25 cm</u>
	Tebal total: 72,5 cm	Total Nilai Ekuivalensi Tebal Perkerasan = 83,75 cm (32,9 inch)

Dengan rancangan struktur perkerasan tersebut diperoleh nilai ekuivalensi tebal total perkerasan sebesar 83,75 cm (32,9 inch). Kebutuhan tebal untuk F28Mk4000 (27 inch). Dengan demikian, rancangan struktur perkerasan ini akan mampu mendukung pesawat F28 Mk4000 dan pesawat sekelas lainnya.

### 3.11.6. Rancangan Peningkatan *Runway* Eksisting *Phase II* (Pesawat F-100)

Rancangan peningkatan struktur perkerasan ekisting pada *Phase II* adalah dengan melaksanakan *overlay* setebal 5 cm berbahan Beton Aspal.

Evaluasi perhitungan nilai ekuivalensi tebal total perkerasan untuk *Phase II* adalah sebagai berikut:

**Tabel 13. Rancangan Peningkatan Perkerasan Eksisting *Phase II***

No.	Rencana Lapis Perkerasan	Fungsi Lapis dan Nilai Ekuivalensi Tebal Perkerasan
1	5 cm AC ( <i>Overlay</i> )	Surface: 5cm AC x 1,0 =5 cm
2	5 cm AC	Surface: 5cm AC x 1,0 = 5 cm <u>Total Surface = 10 cm</u>
3	5 cm AC	Base: 5 cm AC x 1,5 = 7,5 cm
4	5 cm AC	Base: 5 cm AC x 1,5 = 7,5 cm
5	5 cm Aspal Kolakan	Base: 5 cm Kolakan x 1,4 = 7 cm <u>Total Base = 22 cm</u>
6	5 cm Aspal Kolakan	Subbase: 5 cm Kolakan x 1,7 = 8,5 cm
7	5 cm Aspal Penetrasi	Subbase: 5 cm Penetrasi x 1,5 = 7,5 cm
8	7,5 cm Aspal Penetrasi	Subbase: 7,5 cm Penetrasi x 1,5 = 11,25 cm
9	10 cm Lapis Paklaag	Subbase: 10 cm Paklaag x 1,6 = 16 cm
10	25 cm Sirtu	Subbase: 25 cm Sirtu x 0,7 = 17,5 cm <u>Total Subbase: 60.75 cm</u>
	Tebal total: 77,5cm	Total Nilai Ekuivalensi Tebal Perkerasan = 92,75cm (36,5 inchi)

Dengan struktur perkerasan sebagaimana tersebut di atas diperoleh Total Nilai Ekuivalensi Tebal Perkerasan 92,75cm (36,5 inchi). Kebutuhan tebal untuk F-100 (31 inchi). Dengan demikian, rancangan struktur perkerasan ini akan mampu mendukung pesawat jenis F-100.

### 3.11.7. Rancangan Peningkatan *Runway* Eksisting *Phase Ultimate* (B 737 – 400)

Rancangan peningkatan struktur perkerasan eksisting pada *Phase Ultimate* adalah dengan melaksanakan *overlay* setebal 5 cm berbahan Beton Aspal di atas struktur perkerasan hasil peningkatan tahap sebelumnya.

Evaluasi perhitungan nilai ekuivalensi tebal total perkerasan untuk rencana struktur perkerasan *Phase Ultimate* tertuang pada Tabel 14.

**Tabel 14. Rancangan Struktur Perkerasan Phase Ultimate**

No.	Rencana Lapis Perkerasan	Fungsi Lapis dan Nilai Ekuivalensi Tebal Perkerasan
1	5 cm AC (Overlay)	Surface: 5cm AC x 1,0 = 5 cm
2	5 cm AC	Surface: 5cm AC x 1,0 = 5 cm Total Surface = 10 cm
3	5 cm AC	Base: 5 cm AC x 1,5 = 7,5 cm
4	5 cm AC	Base: 5 cm AC x 1,5 = 7,5 cm
5	5 cm AC	Base: 5 cm AC x 1,5 = 7,5 cm Total Base = 22,5 cm
6	5 cm Aspal Kolakan	Subbase: 5 cm Kolakan x 1,7 = 8,5 cm
7	5 cm Aspal Kolakan	Subbase: 5 cm Kolakan x 1,7 = 8,5 cm
8	5 cm Aspal Penetrasi	Subbase: 5 cm Penetrasi x 1,5 = 7,5 cm
9	7,5 cm Aspal Penetrasi	Subbase: 7,5 cm Penetrasi x 1,5 = 11,25 cm
10	10 cm Lapis Paklaag	Subbase: 10 cm Paklaag x 1,6 = 16 cm
11	25 cm Sirtu	Subbase: 25 cm Sirtu x 0,7 = 17,5 cm Total Subbase: 68,25 cm
	Tebal total: 82,5cm	Total Nilai Ekuivalensi Tebal Perkerasan = 100,75cm (39,6 inchi)

Dengan rancangan struktur perkerasan ini, maka akan diperoleh nilai ekuivalensi tebal total perkerasan sebesar 100,75 cm (39,6 inchi). Kebutuhan tebal untuk B737-400 adalah 38 inchi. Dengan demikian, rancangan struktur perkerasan ini akan mampu mendukung pesawat terbesar B737-400 atau pesawat sekelas lainnya.

### 3.11.8. Rencana Peningkatan Struktur Perkerasan Apron dan Taxiway Eksisting Untuk Phase I

Peningkatan struktur taxiway eksisting berukuran 135m x 23 m dilakukan dengan memanfaatkan lapis perkerasan eksisting sebagai lapis pondasi dan menambah lapis perkerasan di atasnya dengan bahan dan tebal struktur perkerasan sesuai rencana kebutuhannya. Rancangan peningkatan struktur perkerasan eksisting Phase I adalah sebagai berikut:

**Tabel 15. Rancangan Peningkatan Perkerasan Apron dan Taxiway Eksisting Phase I**

No.	Rencana Lapis Perkerasan	Fungsi Lapis dan Nilai Ekuivalensi Tebal Perkerasan
1	5 cm AC (Baru)	Surface: 5cm AC x 1,0 = 5 cm
2	5 cm AC (Baru)	Surface: 5cm AC x 1,0 = 5 cm Total Surface = 10 cm

3	5 cm AC (Eksisting)	Base: 5cm AC x 1,5 = 7,5 cm
4	5 cm Aspal Kolakan (Eksisting)	Base: 5cm Kolakan x 1,4 = 7 cm
5	7,5 cm Aspal Penetrasi (Eksisting)	Base: 4cm Penetrasi x 1,1 = 4,4 cm Total Base= 18,9 cm Subbase: 3,5cm x 1,7 = 5,95 cm
6	10 cm Lapis Paklaag (Eksisting)	Subbase: 10cm Paklaag x 1,6 = 16 cm
7	25 cm Sirtu (Eksisting)	Subbase: 25cm Sirtu x 0,7 = 17,5 cm Total Subbase: 39,45 cm
	Tebal total: 62,5cm	Total Nilai Ekuivalensi Tebal Perkerasan = 68,35 cm (27 inchi)

Dengan rancangan struktur perkerasan tersebut diperoleh nilai ekuivalensi tebal total perkerasan sebesar 68,35 cm (27 inch). Kebutuhan tebal untuk F28 Mk4000 (27 inch). Dengan demikian, rancangan struktur perkerasan apron dan taxiway ini akan mampu mendukung pesawat F28 Mk4000 dan pesawat sekelas lainnya.

### 3.11.9. Rencana Peningkatan Struktur Perkerasan Apron dan Taxiway Untuk Phase II dan Phase Ultimate

Pada phase II dan phase ultimate direncanakan akan digunakan apron dan taxiway yang baru, sehingga rancangan struktur perkerasan akan sama dengan rencana struktur runway yang diperpanjang (baru) seperti telah dibahas sebelumnya.

## 4. KESIMPULAN

Rencana pengembangan Bandar udara DR. F.L. Tobing perlu dilakukan dengan cermat sesuai dengan tingkat permintaan. Oleh karena itu dalam perencanaan dibagi dalam tiga tahapan yaitu jangka pendek, menengah dan panjang agar tidak terjadi pemborosan dalam anggaran pembangunannya.

- Perencanaan tebal perkerasan Bandar udara yang dilakukan secara bertahap perlu mengantisipasi kebutuhan diakhir tahun perencanaan (tahap ultimate) sesuai dengan jenis pesawat yang akan dioperasikan.
- Tata cara rancangan dan pelaksanaan konstruksi dibedakan untuk lokasi pembangunan fasilitas perkerasan baru dan peningkatan fasilitas eksisting (runway dan apron).

## DAFTAR PUSTAKA

- FAA, 1996. *Advisory Circular Doc No. AC 150/5320-6D (Airport Pavement Design and Evaluation)*.
- HMSO, 1989. *Buku Pedoman Perhitungan Perkerasan Metode ACN/PCN dari Inggris (A Guide to Airfield Pavement Design and Evaluation)*.
- International Civil Aviation Organization (ICAO), 1983. "Aerodrome Design Manual", Part 3 Pavements, Second Edition.*
- International Civil Aviation Organization (ICAO), July 1999. "International Standards and Recommended Practices, Aerodromes – Annex 14", Third Edition.*