

Desain Tebal Perkerasan Lentur Landas Pacu Bandara Soekarno-Hatta, Tangerang Menggunakan Metode *Design & Maintenance Guide 27*, Inggris

ALDO BUDI PRAYOGA, SILVIA SUKIRMAN

Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional
Email: albudiprayoga@gmail.com

ABSTRAK

Perkerasan merupakan salah satu komponen pada runway yang harus didesain dan dievaluasi agar dapat melayani lalu-lintas pesawat sehingga tidak menyebabkan kerusakan dan mengakibatkan terganggunya kinerja bandara. Studi kasus pada penelitian ini adalah mendesain tebal perkerasan lentur Runway 3 Bandara Soekarno-Hatta menggunakan Design & Maintenance Guide 27. Tiga alternatif repetisi beban berdasarkan jenis penerbangan yang diasumsikan yaitu alternatif 1 50% internasional dan domestik, alternatif 2 75% internasional dan 25% domestik dan alternatif 3 100% internasional. Dari hasil desain berdasarkan 3 alternatif repetisi beban didapatkan hasil tebal perkerasan yang sama, yaitu 40 mm Marshall Asphalt Surface Course, 60 mm Marshall Asphalt Binder Course, 120 mm Marshall Asphalt Base Course, 401 mm Type FH Drylean Concrete untuk tipe High Strength Bound Base Material dan 563 mm Type F Drylean Concrete untuk tipe Bound Base Material.

Kata kunci: perkerasan lentur, runway, marshall asphalt, HSBBM, BBM

ABSTRACT

Pavement is a component of runway that must be designed and evaluated in order to serve airplane traffic so that is not causing damage and result disruption of airport performance. The case studies in this research is to design 3rd Runway's flexible pavement of the Soekarno-Hatta airport use Design & Maintenance Guide 27 . 3 alternative load reps based on the assumed flight type ie alternative 1 with 50% international and domestic, alternative 2 75% international and 25% domestic and alternative 3 100% international. From the results of the design based on 3 alternative reps load obtained the same pavement thickness results, namely 40 mm Marshall Asphalt Surface Course, 60 mm Marshall Asphalt Binder Course, 120 mm Marshall Asphalt Base Course, 401 mm Type FH Drylean Concrete for High Strength Bound Base Material and 563 mm Type F Drylean Concrete for Bound Base Material type.

Keywords: flexible pavement, runway, marshall aphalt, HSBBM, BBM

1. PENDAHULUAN

Ada beberapa jenis perkerasan yang digunakan pada bandar udara, seperti perkerasan lentur, perkerasan kaku maupun perkerasan komposit. Masing-masing jenis perkerasan tersebut dipakai sesuai dengan kebutuhan perencanaan. Salah satu jenis perkerasan yang sering digunakan untuk perencanaan *runway* di Indonesia adalah perkerasan lentur karena waktu yang dibutuhkan dalam perbaikan atau *maintenance* landas pacu lebih cepat daripada jenis perkerasan kaku pada landas pacu.

Susunan perkerasan lentur terdiri dari lapisan permukaan (*surface course*), lapisan pondasi (*base course*), lapisan pondasi bawah (*sub base course*). Salah satu referensi mengenai perencanaan tebal perkerasan lentur landas pacu yang mengacu pada ICAO adalah "*Design & Maintenance Guide 27*" edisi ke tiga tahun 2011 atau dapat disingkat DMG 27. DMG 27 merupakan panduan yang dibuat dalam naungan *Construction Support Team* Kementerian Pertahanan Inggris untuk menjadi acuan dalam mendesain dan mengevaluasi perkerasan landas pacu di Inggris.

Secara khusus, terdapat beberapa ruang lingkup dalam penelitian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bandara udara yang digunakan sebagai studi kasus dalam Tugas Akhir ini adalah Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta khususnya *runway* ketiga.
2. Jenis perkerasan yang ditinjau adalah perkerasan lentur.
3. Tebal perkerasan yang didesain hanya tebal perkerasan lentur.
4. Umur rencana yang digunakan selama 20 tahun.
5. Metode perancangan perkerasan lentur landas pacu yang digunakan berdasarkan DMG 27 edisi ke 3.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Desain Tebal Perkerasan Program FAARFIELD

Design & Maintenance Guide 27 (DMG 27) adalah sebuah panduan yang dibuat untuk merancang dan mengevaluasi tebal perkerasan bandar udara. Panduan ini dibuat dibawah naungan *Construction Support Team* Kementerian Pertahanan Inggris untuk menjadi panduan acuan dalam mendesain dan mengevaluasi perkerasan bandar udara di Inggris.

Panduan ini mengikuti ketentuan dari *Internasional Civil Aviation Organization* (ICAO). Dalam melakukan perencanaan perkerasan lentur menggunakan DMG 27 terdapat beberapa hal yang perlu diketahui, yaitu:

1. Daya Dukung Tanah Dasar

Parameter digunakan sebagai penunjuk mutu daya dukung tanah dasar dalam perencanaan perkerasan lentur adalah nilai *California Bearing Ratio* (CBR). **Tabel 1** menunjukkan kategori tanah dasar berdasarkan nilai CBR yang ditetapkan dalam DMG 27.

Tabel 1. Kategori Tanah Dasar Berdasarkan Nilai CBR

<i>Subgrade Category</i>	CBR
<i>High</i>	15%
<i>Medium</i>	10%
<i>Low</i>	6%
<i>Ultra Low</i>	3%

(Sumber: Construction Support Team, 2011)

2. Nilai ACN

Nilai ACN didapatkan berdasarkan jenis pesawat terbang, jenis perkerasan, dan kategori tanah dasar berdasarkan nilai CBR. Setelah mendapatkan ketiga parameter diatas maka nilai ACN bisa didapatkan dengan melihat *Appendix B* pada DMG 27.

Dari setiap jenis pesawat akan didapatkan nilai ACN yang berbeda-beda. Nilai ACN terbesar merupakan nilai ACN rencana yang akan digunakan dalam menentukan tebal perkerasan lentur landas pacu, perbandingan antara nilai ACN rencana dengan ACN pesawat lainnya dinamakan ACN *Ratio*. Untuk mendapatkan nilai ACN *Ratio* dapat menggunakan **Persamaan 1**.

$$ACN\ Ratio = \frac{ACN\ Pesawat\ yang\ ditinjau}{ACN\ rencana} \quad \dots (1)$$

3. *Passes*

Untuk menentukan beban yang harus dilayani oleh sebuah perkerasan diperlukan volume lalu lintas selama umur rencana atau yang disebut *passes* dalam DMG 27. Data volume lalu lintas perlu dikonversikan terlebih dahulu ke tahun dimana landas pacu tersebut akan dibangun jika data volume lalu lintas yang didapat bukan data pada tahun awal umur rencana. Untuk mengkonversikan data volume lalu lintas menuju volume lalu lintas awal umur rencana dapat menggunakan **Persamaan 2**.

$$V_{AUR} = V_A * (1 + i)^n \quad \dots (2)$$

dengan:

- V_{AUR} = volume penerbangan awal umur rencana,
- V_A = volume penerbangan awal,
- i = persentase pertumbuhan pertahun,
- n = rentan tahun dari data awal menuju tahun awal umur rencana.

Untuk menghitung volume lalu lintas selama umur rencana dapat menggunakan **Persamaan 3**.

$$Passes = V_{AUR} * \frac{(1 + i)^n}{i} \quad \dots (3)$$

dengan:

- V_{AUR} = volume penerbangan awal umur rencana,
- i = persentase pertumbuhan pertahun,
- n = umur rencana.

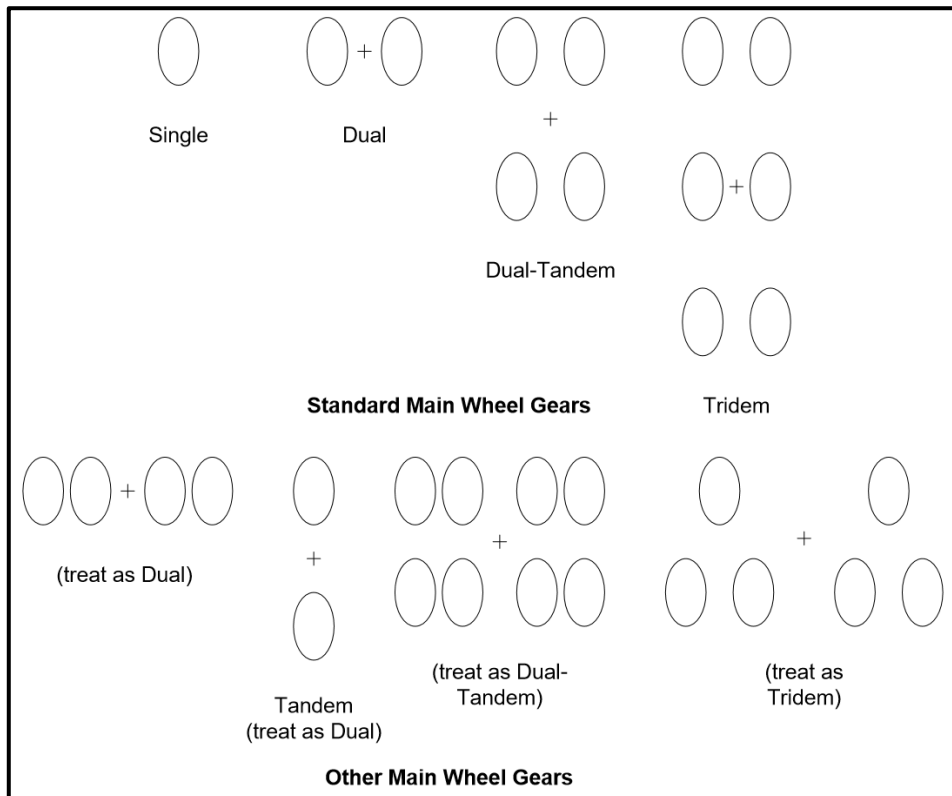
4. *Coverages and Pass-to-Coverages Ratio*

Coverages merupakan jumlah suatu titik pada perkerasan yang diharapkan mampu menahan tekanan maksimum akibat beban dari pesawat. Hubungan antara volume lalu lintas selama umur rencana dengan *coverages* dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk konfigurasi sumbu roda pesawat yang kemudian akan diwakilkan dengan nilai *Pass-to-Coverage Ratio*.

Jumlah dari *coverages* dihitung menggunakan *Pass-to-Coverage Ratio* seperti pada **Persamaan 4**. Jenis konfigurasi sumbu roda setiap jenis pesawat dapat dilihat pada **Gambar 1** berdasarkan DMG 27.

$$Coverages = \frac{Passes}{Pass-to-Coverages\ ratio}$$

... (4)



**Gambar 1. Konfigurasi sumbu roda pesawat
(Sumber: Construction Support Team, 2011)**

Nilai *Pass-to-Coverages ratio* didapatkan dari jenis konfigurasi sumbu roda pesawat. **Tabel 2** menunjukkan nilai *Pass-to-Coverage Ratio* untuk konfigurasi roda *dual*, *dual-tandem* dan *tridem*. **Tabel 3** menunjukkan nilai *Pass-to-Coverage Ratio* untuk konfigurasi roda single.

**Tabel 2. *Pass-to-Coverage Ratio* untuk Pesawat dengan Dual, Dual-Tandem dan Tridem
Main Wheel Gears**

Main Wheel Gear Type	Pass-to-Coverages Ratio		
	Runway	Taxiway	Stand
Dual	3,2	2,1	1
Dual-Tandem	1,8	1,13	0,5
Tridem	1,44	1	0,33

(Sumber: Construction Support Team, 2011)

Tyre Pressure yang digunakan adalah *Tyre Pressure* terbesar dari setiap jenis pesawat yang menggunakan landas pacu tersebut. Besarnya *Tyre Pressure* dapat dilihat pada tabel yang ada pada *Appendix B DMG 27*.

Tabel 3. *Pass-to-Coverage Ratio* untuk Pesawat dengan Single Main Wheel Gears

<i>Tyre Pressure MPA</i>	<i>ACN of Aircraft</i>								<i>All Stand</i>
	<i>Up to 10</i>		<i>11 to 20</i>		<i>21 to 40</i>		<i>Over 40</i>		
	<i>R</i>	<i>T</i>	<i>R</i>	<i>T</i>	<i>R</i>	<i>T</i>	<i>R</i>	<i>T</i>	
<i>Up to 1</i>	8	4	6	3	5	2,5	4	2	1
<i>1 to 1,5</i>	10	5	8	4	6	3	4	2,5	1
<i>> 1,5</i>	12	6	10	5	7	3,5	6	3	1

R = runway, T = taxiway

(Sumber: Construction Support Team, 2011)

5. Lalu Lintas Pesawat Campuran

Tebal perkerasan landas pacu seringkali dirancang untuk satu jenis tipe pesawat, akan tetapi pada kenyataannya lalu-lintas pada suatu landas pacu memiliki jenis pesawat yang berbeda-beda. Untuk memperhitungkan pengaruh dari berbagai jenis pesawat diperlukan hubungan antara tingkat *coverages* setiap jenis pesawat terhadap nilai *coverages* pesawat desain yang dinamakan lalu lintas pesawat campuran atau *mixed traffic factor*. Metode ini dikembangkan karena tiap pesawat dapat berkontribusi dalam memberi efek kerusakan pada struktur perkerasan.

Nilai *Coverages* yang didapat harus di konversikan ke nilai *Flexible Mixed Traffic Factor* menggunakan grafik pada *Figure 13* pada *DMG 27*. Kemudian dilakukan perhitungan nilai *Modified Mixed Traffic Factor* dengan menggunakan **Persamaan 5**. Setelah didapat nilai *Modified Mixed Traffic Factor* dilakukan lagi konversi ke nilai *Equivalent Coverages* menggunakan grafik pada *Figure 13* pada *DMG 27*.

$$MMTF = ACN \text{ Ratio} * FMTF$$

... (5)

dengan:

MMTF = *Modified Mixed Traffic Factor*

FMTF = *Flexible Mixed Traffic Factor*

Kemudian dapat dihitung total *coverages* dengan cara menjumlahkan semua nilai *Equivalent Coverages*.

6. Frekuensi Penerbangan

Jenis frekuensi penerbangan dibagi menjadi tiga katagori pada *DMG 27*. Jenisnya dipengaruhi oleh nilai total *coverages* seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 4**.

7. Tebal Perkerasan Lentur Landas Pacu

Perencanaan tebal perkerasan lentur yang digunakan pada *DMG 27* adalah menggunakan metode grafik, dimana parameter dari grafik tersebut adalah nilai CBR, nilai ACN rencana, jenis konfigurasi sumbu roda pesawat rencana dan jenis frekuensi penerbangan bandara yang akan dibuat.

Tabel 4. Jenis Frekuensi Penerbangan

Frekuensi Penerbangan	Equivalent Coverages
<i>Low</i>	10.000
<i>Medium</i>	100.000
<i>Hight</i>	250.000

(Sumber: Construction Support Team, 2011)

Jenis dari Bound Base Material didalam DMG 27 dibagi menjadi dua yaitu tipe *High Strength Bound Base Material* (HSBBM) dengan grafik yang tertera pada *Chart 5* DMG 27 dan tipe *Bound Base Material* (BBM) dengan grafik yang tertera pada *Chart 7* DMG 27. Lapisan pondasi bawah pada DMG 27 menggunakan *Drylean Concrete* (DLC). DLC adalah beton ramping dengan kadar air yang rendah,

Untuk tebal setiap jenis lapisan dan material yang digunakan pada setiap lapisan sudah diatur oleh DMG 27 sebagai berikut:

a. *Surface course*

Dengan tebal minimum 100 mm, yang terdiri dari:

- 1) 40 mm *Marshall Asphalt Surface Course*
- 2) 60 mm *Marshall Asphalt Binder Course*

b. *Base course*

Dengan tebal minimum 120 mm *Marshall Asphalt Base Course*

c. *Sub base course*

Dengan ketebalan yang didapat dari sisa ketebalan yang diperlukan untuk memenuhi tebal perkerasan lentur yang disyaratkan berdasarkan *Chart 5* atau *Chart 6* DMG 27 dengan jenis material yang digunakan berupa:

- 1) *Type Flexible High Drylean* (FH DLC) untuk HSBBM
- 2) *Type Flexible Drylean* (F DLC) untuk BBM

2.2 Studi Terdahulu

Studi terdahulu yang pernah dilakukan berkaitan dengan topik penelitian ini adalah Feranu (2016) dalam penelitiannya menguraikan tentang desain tebal perkerasan lentur landas pacu dengan menggunakan *software* COMFAA berdasarkan 2 alternatif beban lalu lintas, yaitu Alternatif 1 menggunakan 50% lalu lintas domestik dan internasional, untuk Alternatif 2 menggunakan 100% lalu lintas internasional. Hasil dari perencanaan tebal perkerasan Alternatif 1 yaitu: *Hot Mix Asphalt* setebal 16 cm, ATB setebal 129 cm, agregat pecah 78 cm, nilai ACN terbesar 78 dan pada Alternatif 2 yaitu: *Hot Mix Asphalt* setebal 16 cm, ATB setebal 84 cm, agregat pecah 74 cm, nilai ACN terbesar 74.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dibagi menjadi 4 tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data dan tahap penarikan kesimpulan. Berikut ini penjelasan lebih lanjut tentang metode penelitian:

1. Tahap persiapan dimulai dari mengidentifikasi masalah, perumusan masalah, judul penelitian serta studi literatur yang terkait dengan penelitian.
2. Tahap pengumpulan data berupa pengumpulan data sekunder yang didapat dari PT. Angkasa Pura II dalam Feranu (2016) yang terdiri dari nilai CBR tanah dasar, jenis pesawat dan jumlah keberangkatan penerbangan dan persentase pertumbuhan lalu lintas pesawat pertahun.

3. Tahap pengolahan data bertujuan untuk mendapatkan tebal perkerasan dengan cara melalui beberapa tahapan, yaitu penentuan jenis daya dukung tanah dasar, penentuan nilai ACN, perhitungan nilai *passes*, penentuan nilai *Pass-to-Coverage Ratio*, perhitungan nilai *coverages*, penentuan nilai *equivalent coverages* dan perhitungan nilai *equivalent coverages* keseluruhan.
4. Tahap penarikan kesimpulan berupa penentuan tebal setiap jenis lapisan perkerasan berdasarkan hasil yang didapat dari tahap pengolahan data.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Tebal Perkerasan Menggunakan DMG 27

Data yang diperoleh dari PT. Angkasa Pura II digunakan untuk mendesain tebal perkerasan lentur landas pacu ketiga Bandara Soekarno-Hatta, yaitu:

1. CBR tanah dasar
Nilai CBR yang digunakan dalam perencanaan ini adalah 5,82%,
2. Data pertumbuhan lalu lintas pesawat
Pertumbuhan lalu lintas pesawat untuk penerbangan internasional sebesar 8,04% dan penerbangan domestik sebesar 5,75%
3. Data lalu lintas pesawat eksisting (landas pacu ke 1 dan ke 2)
Data lalu lintas penerbangan di Bandar Udara Soekarno-Hatta pada tahun 2014 di peroleh dari PT.Angkasa Pura II, seperti pada **Tabel 5**.

Data frekuensi penerbangan dan jenis pesawat yang menggunakan landas pacu ketiga diperoleh dengan menganalisis frekuensi penerbangan yang menggunakan landas pacu kesatu dan kedua saat ini. Dari data penerbangan yang menggunakan landasan pacu kesatu dan kedua didapat 3 (tiga) alternatif yang akan digunakan untuk analisis terhadap landas pacu ketiga, yaitu:

1. Alternatif 1
Perancangan landas pacu ketiga diasumsikan melayani 50% penerbangan domestik dan internasional dari landas pacu kesatu dan kedua.
2. Alternatif 2
Perancangan landas pacu ketiga diasumsikan akan melayani 75% penerbangan internasional dan 25 % penerbangan domestik dari landas pacu kesatu dan kedua.
3. Alternatif 3
Perancangan landas pacu ketiga hanya kan melayani penerbangan internasional sehingga akan menerima 100% penerbangan internasional dari landas pacu kesatu dan kedua.

Dari ketiga alternatif diatas dilakukan perhitungan menggunakan metode DMG 27 dan kemudian didapatkan hasil berupa:

1. Alternatif 1
Total *Coverages* = 169.179
Jenis frekuensi penerbangan = *High Frequency of Trafficking*
2. Alternatif 2
Total *Coverages* = 196.358
Jenis frekuensi penerbangan = *High Frequency of Trafficking*
3. Alternatif 3
Total *Coverages* = 142.678
Jenis frekuensi penerbangan = *High Frequency of Trafficking*

Tabel 5. Data Lalu Lintas Pesawat Bandara Udara Soekarno-Hatta Tahun 2014

Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Landas Pacu Bandara Soekarno-Hatta, Tangerang
Menggunakan Metode Design & Maintenance Guide 27, Inggris

No	Tipe Pesawat	Data Penerbangan Tahun 2014 (Pesawat/Tahun)		No	Tipe Pesawat	Data Penerbangan Tahun 2014 (Pesawat/Tahun)	
		I	D			I	D
1	A320-200	19.686	40.722	16	A321-100	1.175	0
2	B737-800	19.450	117.614	17	A340-300	985	0
3	B777-300	12.216	868	18	B787-800	787	0
4	A330-200	8.031	3.711	19	A319-100	747	0
5	B737-900ER	6.636	36.976	20	A310-200	300	0
6	A330-300ER	5.698	1.912	21	A340-200	269	0
7	A300-300	1.772	286	22	A300-600	74	0
8	B747-400	1.566	207	23	B737-700	55	0
9	B737-500	13	16.736	24	B777-300ER	30	0
10	B737-300	11	14.824	25	A340-600	22	0
11	B737-400	8	9.632	26	B767-200ER	18	0
12	MD-82	2	707	27	Beech1900C	0	1.231
13	A319-200	8	0	28	BOMBARDIER CRJ1000	0	686
14	B777-200ER	4.026	0	29	B737-200C	0	126
15	B767-300	1.181	0				

I = Internasional, D = Domestik

(Sumber: PT. Angkasa Pura II, 2014 dalam Feranu, 2016)

4.2 Pembahasan

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa tebal perkerasan untuk alternatif berdasarkan tiga jenis rekapitulasi beban menghasilkan tebal sama, karena ketiganya memiliki parameter nilai CBR, nilai ACN rencana, jenis konfigurasi sumbu roda pesawat rencana yang sama dan masuk kedalam *Frequency of Trafficking* jenis *high*. Berdasarkan jenis *Bound Base Material* yang dipilih maka didapat:

1. Jika digunakan HSBBM

Tebal perkerasan landas pacu berdasarkan DMG 27 untuk desain runway ketiga setebal 621 mm dengan tipe HSBBM (*High Strength Bound Base Material*) dengan komposisi tebal jenis lapis perkerasan lentur berikut ini:

- a. 40 mm *Marshall Asphalt Surface Course*
- b. 60 mm *Marshall Asphalt Binder Course*
- c. 120 mm *Marshall Asphalt Base Course*
- d. 401 mm *Type FH Drylean Concrete*

2. Jika digunakan BBM

Tebal perkerasan landas pacu berdasarkan DMG 27 untuk desain runway ketiga setebal 783 mm dengan tipe BBM (*Bound Base Material*) dengan komposisi tebal jenis lapis perkerasan lentur berikut ini:

- a. 40 mm *Marshall Asphalt Surface Course*

- b. 60 mm *Marshall Asphalt Binder Course*
- c. 120 mm *Marshall Asphalt Base Course*
- d. 563 mm *Type F Drylean Concrete*

5. KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan tebal perkerasan lentur landas pacu menggunakan DMG 27, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari tiga alternatif rekapitulasi beban yaitu alternatif 1 dengan asumsi 50% penerbangan internasional dan 50% penerbangan domestik, alternatif 2 dengan asumsi 75% penerbangan internasional dan 25% penerbangan domestik, alternatif 3 dengan asumsi 100% penerbangan internasional didapatkan nilai total *coverages* alternatif 1 sebesar 169.179, alternatif 2 sebesar 196.358, alternatif 3 sebesar 142.678 dan ketiganya masuk kedalam jenis *High Frequency of Trafficking*.
2. Tebal total perkerasan lentur landas pacu untuk tipe *High Strength Bound Base Material* diperoleh setebal 621 mm, yang terdiri atas 40 mm *Marshall Asphalt Surface Course*, 60 mm *Marshall Asphalt Binder Course* setebal, 120 mm *Marshall Asphalt Base Course* dan 401 mm *Type FH Drylean Concrete*.
3. Tebal total perkerasan lentur landas pacu untuk tipe *Bound Base Material* diperoleh setebal 783 mm, yang terdiri atas 40 mm *Marshall Asphalt Surface Course*, 60 mm *Marshall Asphalt Binder Course* setebal, 120 mm *Marshall Asphalt Base Course* dan 563 mm *Type F Drylean Concrete*.

DAFTAR RUJUKAN

- Construction Support Team. (2011). *A Guide to Airfield Pavement Design and Evaluation*. West Midlands: Defence Estate.
- Feranu, R. D. (2016). *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Landas Pacu Bandar Udara Soekarno-Hatta Menggunakan Software FAARFIELD dan COMFAA*. Skripsi tidak dipublikasikan. Bandung: Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional.