

BAB V

ANALISIS PERANCANGAN

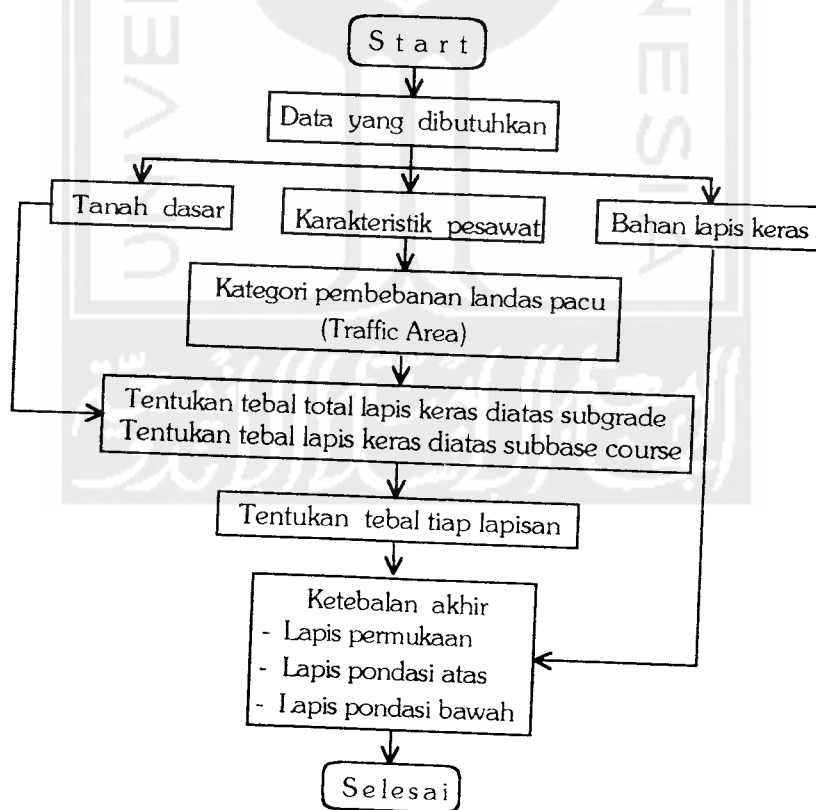
DAN

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Perancangan

5.1.1 Metode CBR

Dalam merancang lapis keras landas pacu dengan metode CBR, langkah-langkahnya dapat mengikuti bagan alir pada gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5.1 Bagan alir analisis tebal lapis keras landas pacu metode CBR

1. Menentukan Kategori Pembebanan Landas Pacu

Dari data perancangan didapat pergerakan dan karakteristik pesawat untuk perancangan lapis keras, seperti dalam tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Pergerakan dan karakteristik pesawat menurut jenis pesawat

No	Jenis Pesawat	Pergerakan Tahun 2005	MTOW (lbs)	Tipe Roda	Tekanan Roda (psi)	Distribusi Main Gear (%)
1	B-737-300	28,133	124,500	Dual wheel	166	46.3
2	DC-9-32	12,339	121,000	Dual wheel	152	46.2
3	F-28-4000	3,948	73,000	Dual wheel	98	46.0
4	F-27-500	4,936	45,000	Dual wheel	77	47.5

Pada tabel 5.1 terlihat bahwa pesawat terbesar mempunyai konfigurasi roda pendaratan utama *dual wheel*, maka landas pacu dapat dikategorikan untuk melayani pembebanan *medium*. Dengan melihat gambar 3.1, maka didapat landas pacu merupakan *traffic area* tipe B.

2. Menentukan Tebal Lapis Keras

Dengan memasukkan nilai CBR *subgrade* 6 % kedalam gambar 3.3, maka didapat tebal lapis keras diatas *subgrade* sebesar:

$$H_t = 40 \text{ in.}$$

$$= 40 \times 2.54 = 101.6 \text{ cm.} \sim 102 \text{ cm.}$$

Dengan memasukkan nilai CBR *subbase course* 25 % kedalam gambar 3.3, maka didapat tebal lapis keras diatas *subbase course* sebesar:

$$H_1 + H_2 = 15.5 \text{ in.}$$

$$= 15.5 \times 2.54 = 39.37 \text{ cm.} \sim 39.5 \text{ cm.}$$

Setelah tebal di atas *subbase course* didapat, maka tebal *subbase course* didapat sebesar:

$$\begin{aligned} H_3 &= H_t - (H_1 + H_2) \\ &= 102 - 39.5 = 62.5 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Dengan melihat tabel 3.3 untuk nilai CBR *base course* rencana 80 %, maka didapat tebal *surface course* minimum sebesar:

$$\begin{aligned} H_1 &= 4 \text{ in.} \\ &= 4 \times 2.54 = 10.16 \text{ cm.} \sim 10.5 \text{ cm.} \end{aligned}$$

maka didapat tebal *base course* sebesar:

$$\begin{aligned} H_1 + H_2 &= 39.5 \text{ cm.} \\ H_2 &= 39.5 - 10.5 = 29 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Kontrol tebal *base course* minimum, didapat sebesar:

$$\begin{aligned} H_2 &= 6 \text{ in.} \\ &= 6 \times 2.54 = 15.24 \text{ cm.} \sim 15.5 \text{ cm.} < 29 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Dipakai tebal *base course* = 29 cm.

3. Hasil Akhir Tebal Lapis Keras Metode CBR

Hasil akhir tebal lapis keras lentur landas pacu metode CBR, dapat dilihat dalam tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Hasil akhir tebal lapis keras lentur metode CBR

No	Material	Tebal Akhir (cm)
1	Surface course Asphalt Penetration / Concrete	10.5
2	Base course Crushed Base Stone	29.0
3	Subbase course Granular / Crushed Stone	62.5
Tebal Total		102

4. Analisis Terhadap Tebal Lapis Keras Landas Pacu yang Ada

Dari hasil perancangan lapis keras pada tabel 5.2, dilakukan analisis terhadap tebal lapis keras landas pacu yang ada. Hasil analisis perbandingan, dirangkum dalam tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 Perbandingan tebal lapis keras landas pacu

No	Struktur Lapis Keras Landas Pacu	Tebal Landas Pacu yang Ada (cm)	Tebal Landas Pacu Hasil Analisis (cm)	Hasil Konversi Analisis (cm)
1	Surface Course	17.5	10.5	17.5
2	Base Course	30.0	29.0	30.0
3	Subbase Course	45.0	62.5	45.0
Total Tebal		92.5	102	92.5

Analisis perbandingan lapis keras lentur landas pacu pada tabel 5.3, dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Tebal *subbase course* yang dibutuhkan = 62.5 cm.
- Tebal *subbase course* yang ada = 45 cm.

Berarti terdapat kelebihan tebal *subbase course* yang dibutuhkan sebesar:

$$d_1 = 62.5 - 45 = 17.5 \text{ cm.}$$

Dianggap kelebihan tebal *subbase course* ini menjadi tebal *base course* yang dibutuhkan. Pada tabel 2.2, didapat faktor ekuivalen untuk *base course* batu pecah sebesar 1.4 - 2.0. Dengan mengambil harga rata-rata sebesar 1.7, maka tebal *base course* pengganti *subbase course* yang dibutuhkan sebesar:

$$t_1 = \frac{17.5}{1.7} = 10.29 \text{ cm.} \sim 10.5 \text{ cm.}$$

- Tebal *base course* yang dibutuhkan menjadi = $29 + 10.5 = 39.5 \text{ cm.}$
- Tebal *base course* yang ada = 30 cm.

Berarti terdapat kelebihan tebal *base course* yang dibutuhkan sebesar:

$$d_2 = 39.5 - 30 = 9.5 \text{ cm.}$$

Dianggap kelebihan tebal *base course* ini menjadi tebal *surface course* yang dibutuhkan. Pada tabel 2.1, didapat faktor ekuivalen untuk *surface course* berbitumen sebesar 1.2 - 1.6. Dengan mengambil harga rata-rata sebesar 1.4, maka tebal *surface course* pengganti *base course* yang dibutuhkan sebesar:

$$t_2 = \frac{9.5}{1.4} = 6.78 \text{ cm.} \sim 7 \text{ cm.}$$

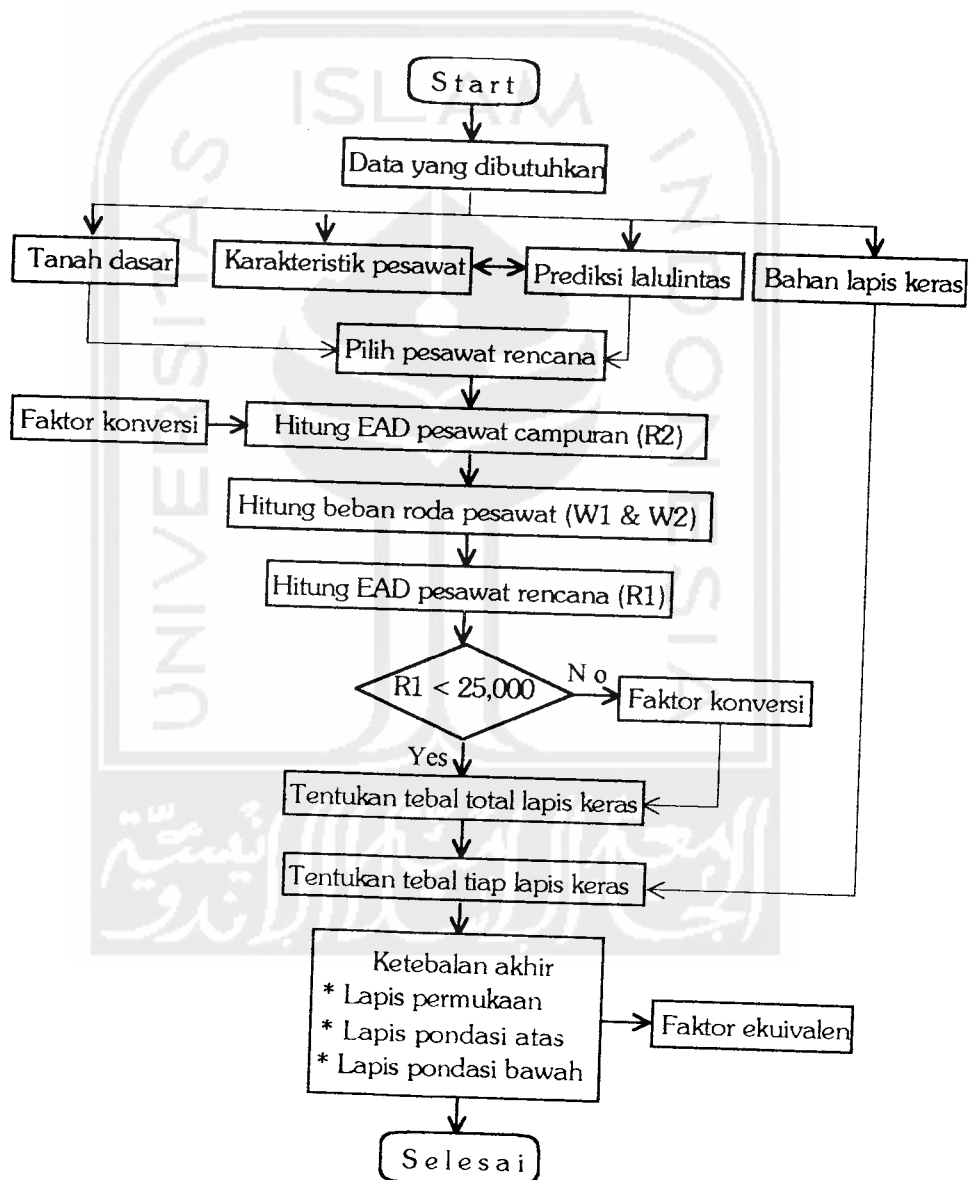
- Tebal *surface course* yang dibutuhkan menjadi = $10.5 + 7 = 17.5 \text{ cm.}$
- Tebal *surface course* yang ada = 17.5 cm.

Berarti tebal *surface course* yang dibutuhkan sama dengan tebal *surface course* yang ada pada landas pacu.

Dari hasil analisis metode CBR, ternyata landas pacu bandar udara Adisutjipto Yogyakarta masih mampu untuk menampung lalulintas sampai dengan tahun 2005.

5.1.2 Metode FAA

Perancangan lapis keras landas pacu dengan metode FAA, dilakukan dengan langkah-langkah seperti bagan alir pada gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5.2 Bagan alir analisis tebal lapis keras landas pacu metode FAA

Sumber: Agus T.M. [1994]

1. Menentukan Pesawat Rencana

Pesawat rencana dipilih dari pesawat terbesar yang direncanakan akan beroperasi di bandar udara yang menghasilkan total EAD terbesar, sehingga didapat ketebalan lapis keras terbesar. Pada tabel 5.4, terlihat bahwa pesawat B-737-300 merupakan pesawat terbesar, maka pesawat rencana dipilih B-737-300.

Tabel 5.4 Pemilihan pesawat rencana

No	Jenis Pesawat	Pergerakan Tahun 2005	Pergerakan Nyata	MTOW (lbs)	Tipe Roda
1	B-737-300	28,133	14,067	124,500	Dual wheel
2	DC-9-32	12,339	6,170	121,000	Dual wheel
3	F-28-4000	3,948	1,974	73,000	Dual wheel
4	F-27-500	4,936	2,474	45,000	Dual wheel

Keterangan: Pergerakan nyata = 0.5 x Pergerakan tahun 2005

2. Menentukan EAD Pesawat Campuran (R_2)

Setiap tipe roda pendaratan utama untuk pesawat campuran dikonversikan terlebih dahulu ke tipe roda pendaratan utama pesawat rencana, dengan cara mengikuti tabel 3.5. Hasil konversi ke tipe roda pendaratan utama pesawat rencana, dapat dilihat dalam tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 5.5 Konversi ke tipe roda pendaratan utama pesawat rencana

No	Tipe Pesawat	Tipe Roda	Tipe Roda Konversi	Faktor Konversi	Pergerakan Nyata	Pergerakan Konversi (R_2)
1	B-737-300	DW	DW	1.0	14,067	14,067
2	DC-9-32	DW	DW	1.0	6,170	6,170
3	F-28-4000	DW	DW	1.0	1,974	1,974
4	F-27-500	DW	DW	1.0	2,468	2,468

Keterangan: DW = Dual Wheel

3. Menentukan Beban Roda Pesawat W_1 dan W_2

Beban roda pesawat rencana (W_1) dan pesawat campuran (W_2), didapat dengan menggunakan persamaan (3-5) dan (3-6) berikut ini.

$$W_1 = \% \text{ distribusi } main \text{ gear} \times \text{MTOW pesawat rencana} \times \frac{1}{N}$$

$$W_2 = \% \text{ distribusi } main \text{ gear} \times \text{MTOW pesawat campuran} \times \frac{1}{N}$$

dengan: W_1 = beban satu roda pendaratan utama pesawat rencana,
 W_2 = beban satu roda pendaratan utama pesawat campuran,
 MTOW = berat lepas landas maksimum (lbs.),
 N = jumlah roda pada masing-masing *main gear*.

Dari tabel 4.6, didapat data karakteristik pesawat untuk B-737-300 sebagai berikut:

- MTOW : 124,500 lbs.
- Konfigurasi roda pendaratan: *Tricycle* (2 *main gear* dan 1 *nose gear*)
- Tipe *gear* : *Dual wheel*
- Distribusi *main gear* : 46.3 %

Beban roda pesawat didapat sebagai berikut:

a. Pesawat rencana dipilih B-737-300

$$W_1 = 46.3 \% \times 124,500 \times \frac{1}{2} = 28,821.75 \text{ lbs.}$$

b. Pesawat campuran B-737-300

$$W_2 = 46.3 \% \times 124,500 \times \frac{1}{2} = 28,821.75 \text{ lbs.}$$

Dengan cara yang sama, untuk beban roda pesawat campuran lainnya dapat dilihat dalam tabel 5.6.

4. Menentukan EAD (R_1)

Equivalent Annual Departures pesawat rencana (R_1), didapat dengan menggunakan persamaan (3-4) berikut ini.

$$\text{Log } R_1 = \text{Log } R_2 \left[\frac{W_2}{W_1} \right]^{0.5}$$

dengan: R_1 = *Equivalent Annual Departures* pesawat rencana.

R_2 = *Annual Departures* pesawat campuran.

W_1 = beban satu roda pendaratan utama pesawat rencana,

W_2 = beban satu roda pendaratan utama pesawat campuran.

Sebagai contoh, menghitung *Equivalent Annual Departures* (R_1) untuk pesawat campuran B-737-300, dengan data sebagai berikut:

- Beban satu roda pesawat rencana B-737-300 (W_1) = 28,821.75 lbs.
- Beban satu roda pesawat campuran B-737-300 (W_2) = 28,821.75 lbs.
- *Annual Departures* pesawat B-737-300 (R_2) = 14,067

EAD (*Equivalent Annual Departures*) pesawat rencana (R_1), untuk pesawat campuran B-737-300 adalah sebagai berikut:

$$\text{Log } R_1 = \text{Log } R_2 \left[\frac{W_2}{W_1} \right]^{0.5}$$

$$\text{Log } R_1 = \text{Log } 14,067 \left[\frac{28,821.75}{28,821.75} \right]^{0.5}$$

$$\text{Log } R_1 = (\text{Log } 14,067) (1)$$

$$\text{Log } R_1 = 4.1482$$

$$R_1 = 10^{4.1482} = 14,067$$

Dengan cara yang sama, EAD pesawat rencana untuk pesawat campuran lainnya, dirangkum dalam tabel 5.6 berikut ini.

Tabel 5.6 Perhitungan EAD pesawat rencana

No	Tipe Pesawat	W_2 (lbs)	W_1 (lbs)	R_2	R_1
1	B-737-300	28,821.75	28,821.75	14,067	14,067
2	DC-9-32	27,951	28,821.75	6,170	5,403
3	F-28-4000	16,790	28,821.75	1,974	328
4	F-27-500	10,687.5	28,821.75	2,468	117
				ΣR_1	19,915

Dari tabel 5.6 diatas, untuk pesawat B-737-300 diperoleh total *Equivalent Annual Departures* (ΣR_1) terbesar, sehingga asumsi bahwa B-737-300 sebagai pesawat terbesar adalah benar. Karena $\Sigma R_1 = 19,915$ lebih kecil dari 25,000 maka tidak ada faktor koreksi tebal lapis keras.

5. Menentukan Tebal Lapis Keras

Dari tabel 5.4 dan 5.6, didapat data perancangan untuk metode FAA sebagai berikut:

- Jenis pesawat rencana B-737-300
- MTOW = 124,500 lbs.
- Total *Equivalent Annual Departures* = 19,915
- Nilai CBR *subgrade* 6 %, CBR *subbase course* 25 %, CBR *base course* 80 %,

Dengan memasukkan data CBR *subgrade* 6 % dan *Equivalent Annual Departures* sebesar 19,915 pada lampiran 9, maka didapat tebal total lapis keras rencana sebesar:

$$\begin{aligned} H_t &= 32.1 \text{ in.} \\ &= 32.1 \times 2.54 = 81.53 \text{ cm.} \sim 82 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Tebal *base course* didapat dengan cara memasukkan data CBR *subbase course* 25 % dan total *Equivalent Annual Departures* sebesar 19,915 pada lampiran 9, maka didapat tebal *surface course* dan *base course* sebesar:

$$\begin{aligned} H_1 + H_2 &= 12.4 \text{ in.} \\ &= 12.4 \times 2.54 = 31.49 \text{ cm.} \sim 31.5 \text{ cm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_1 &= 10.5 \text{ cm. (tebal } \textit{surface course} \text{ minimal 4 in.} \\ &= 4 \times 2.54 = 10.16 \text{ cm.} \sim 10.5 \text{ cm.)} \end{aligned}$$

$$H_2 = 31.5 - 10.5 = 21 \text{ cm.}$$

Kontrol tebal *base course* minimum digunakan lampiran 10, maka didapat tebal *base course* minimum sebesar:

$$\begin{aligned} H_2 &= 10.2 \text{ in.} \\ &= 10.2 \times 2.54 = 25.9 \text{ cm.} \sim 26 \text{ cm.} > 21 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Dipakai tebal *base course* = 26 cm.

Setelah tebal *surface course* dan *base course* didapat, maka tebal *subbase course* didapat dari:

$$\begin{aligned} H_3 &= H_t - H_1 - H_2 \\ &= 82 - 10.5 - 26 = 45.5 \text{ cm.} \end{aligned}$$

6. Hasil Akhir Tebal Lapis Keras Metode FAA

Dengan melihat faktor ekuivalensi untuk penggunaan bahan lapis keras yang distabilitas pada tabel 2.1 dan tabel 2.2, maka tebal akhir lapis keras lentur metode FAA dapat dirangkum pada tabel 5.7 berikut ini.

Tabel 5.7 Hasil akhir tebal lapis keras lentur metode FAA

No	Material	Tebal Teori (cm)	Faktor Ekuivalen	Tebal Akhir (cm)
1	<i>Surface course</i> <i>Asphalt Penetration / Concrete</i>	10.5	-	10.5
2	<i>Base course</i> <i>Crushed Base Stone</i>	26.0	-	26.0
3	<i>Subbase course</i> <i>Granular / Crushed Stone</i>	45.5	-	45.5
Total Tebal				82

7. Analisis Terhadap Tebal Lapis Keras Landas Pacu yang Ada

Dari hasil perancangan lapis keras pada tabel 5.7, dilakukan analisis terhadap tebal lapis keras landas pacu yang ada. Hasil analisis perbandingan, dirangkum dalam tabel 5.8 berikut ini.

Tabel 5.8 Perbandingan tebal lapis keras landas pacu

No	Struktur Lapis Keras Landas Pacu	Tebal Landas Pacu yang Ada (cm)	Tebal Landas Pacu Hasil Analisis (cm)	Hasil Konversi Analisis (cm)
1	<i>Surface Course</i>	17.5	10.5	10.5
2	<i>Base Course</i>	30.0	26.0	26.5
3	<i>Subbase Course</i>	45.0	45.5	45.0
Total Tebal		92.5	82	82

Analisis perbandingan lapis keras lentur landas pacu pada tabel 5.8, dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Tebal *subbase course* yang dibutuhkan = 45.5 cm.
- Tebal *subbase course* yang ada = 45 cm.

Berarti terdapat kelebihan tebal *subbase course* yang dibutuhkan sebesar:

$$d_1 = 45.5 - 45 = 0.5 \text{ cm.}$$

Dianggap kelebihan tebal *subbase course* ini menjadi tebal *base course* yang dibutuhkan. Pada tabel 2.2, didapat faktor ekuivalen untuk *base course* batu pecah sebesar 1.4 - 2.0. Dengan mengambil harga rata-rata sebesar 1.7, maka tebal *base course* pengganti *subbase course* yang dibutuhkan sebesar:

$$t_1 = \frac{0.5}{1.7} = 0.29 \text{ cm.} \sim 0.5 \text{ cm.}$$

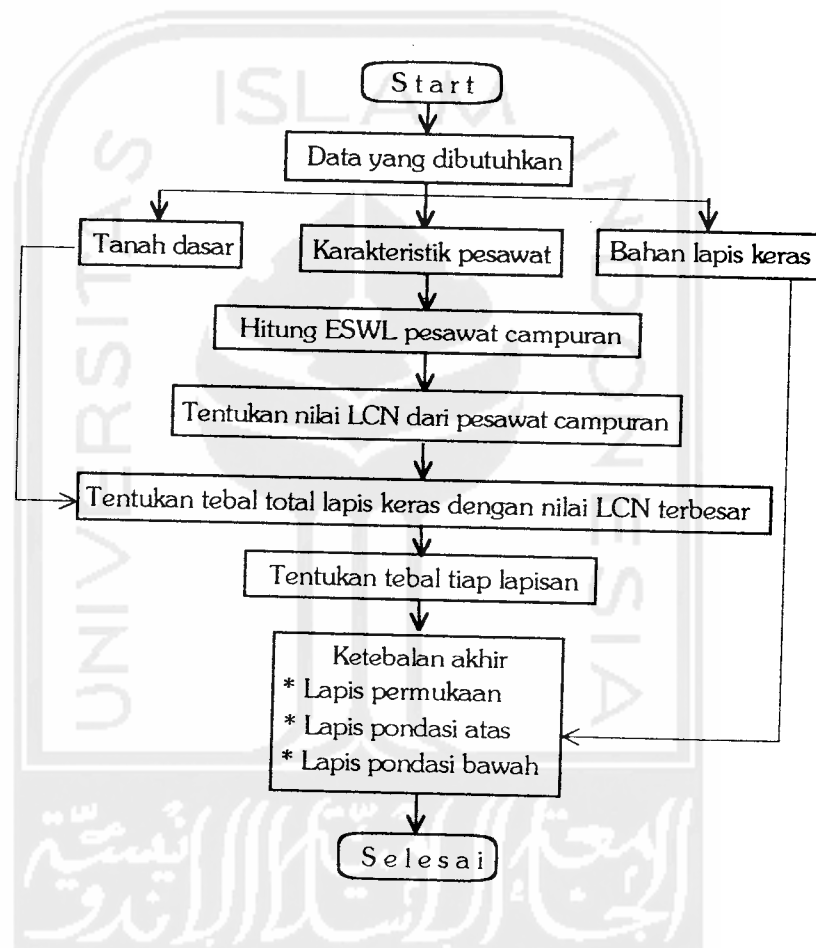
- Tebal *base course* yang dibutuhkan menjadi = $26 + 0.5 = 26.5 \text{ cm.}$
- Tebal *base course* yang ada = 30 cm.

Berarti terdapat kelebihan tebal *base course* yang ada pada landas pacu sebesar
 $= 30 - 26.5 = 3.5 \text{ cm.}$

Dari hasil analisis metode FAA, ternyata landas pacu bandar udara Adisutjipto Yogyakarta masih mampu untuk menampung lalulintas sampai dengan tahun 2005.

5.1.3 Metode LCN

Perancangan lapis keras landas pacu dengan metode FAA, dilakukan dengan langkah-langkah seperti bagan alir pada gambar 5.3 berikut ini.



Gambar 5.3 Bagan alir analisis tebal lapis keras landas pacu metode LCN

Sumber: Agus T.M. [1994]

1. Menentukan ESWL Pesawat Campuran

Contoh menghitung ESWL pesawat B-737-300, dari tabel 4.6 didapat data sebagai berikut:

- Jenis pesawat : B-737-300
- Konfigurasi roda pendaratan : *Tricycle (2 main gear & 1 nose gear)*
- Type *main gear* : *Dual Wheel*
- MTOW : 124,500 lbs.
- Tekanan roda : 166 psi
- Beban pada *nose gear* : 7.4 %
- Distribusi *main gear* : 46.3 %

Beban roda pada satu *main gear*

$$\begin{aligned}
 P_d &= \% \text{ distribusi } \textit{main gear} \times \text{MTOW} \\
 &= 46.3 \% \times 124,500 \\
 &= 57,643.5 \text{ lbs.}
 \end{aligned}$$

$$\frac{P_d}{2} = \frac{57,643.5}{2} = 28,821.75 \text{ lbs.}$$

- Jarak roda dari sumbu ke sumbu (S_d): 30.5 in.

$$2S_d = 30.5 \times 2 = 61 \text{ in.}$$

- Bidang kontak, digunakan persamaan (3-7).

$$\begin{aligned}
 \text{Bidang Kontak (A)} &= \frac{\text{Beban roda}}{\text{Tekanan roda}} \\
 &= \frac{57,643.5}{166} = 348 \text{ in}^2.
 \end{aligned}$$

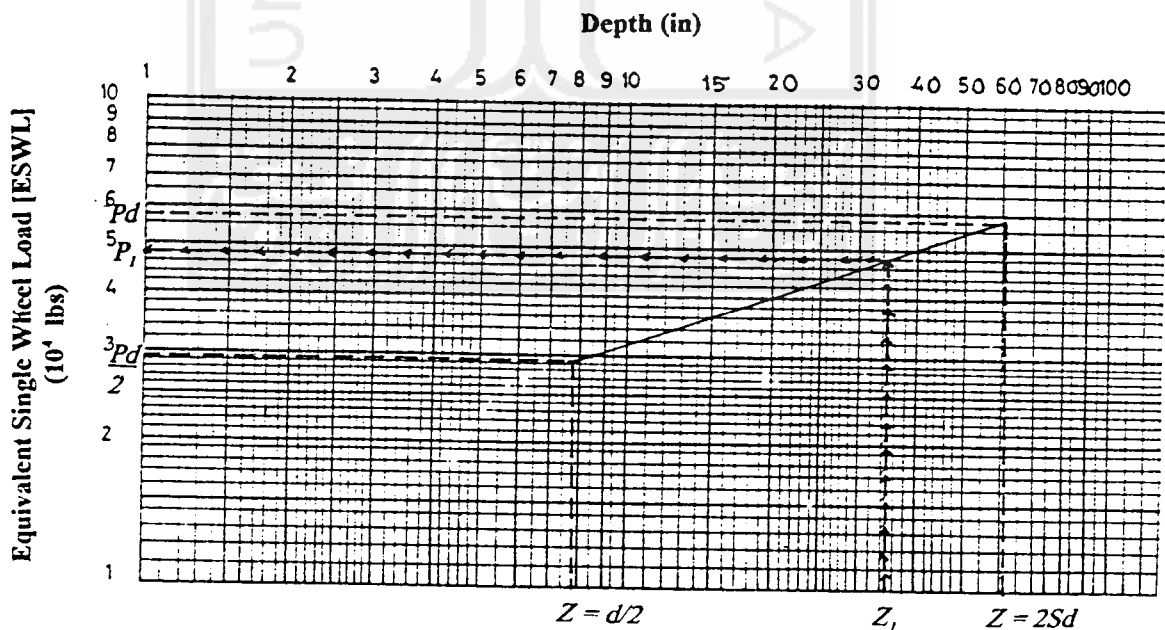
$$\text{Bidang kontak satu roda (A}_c\text{)} = \frac{348}{2} = 174 \text{ in}^2.$$

$$\begin{aligned} \text{Radius bidang kontak (r)} &= \sqrt{\frac{A_c}{\pi}} \\ &= \sqrt{\frac{174}{\pi}} = 7.4 \text{ in.} \end{aligned}$$

- Jarak dari roda ke roda bagian dalam (d):

$$\begin{aligned} d &= S_d - 2r \\ &= 30.5 - (2 \times 7.4) = 15.7 \text{ in.} \\ \frac{d}{2} &= \frac{15.7}{2} = 7.85 \text{ in.} \end{aligned}$$

Tekanan akibat beban roda tunggal ekuivalen diasumsikan terjadi pada kedalaman antara 7.85 in. sampai 61 in. Dengan menggunakan gambar 3.8 yang diplotkan dalam grafik logaritma pada gambar 5.4 berikut ini, didapat beban roda tunggal ekuivalen sebesar 48,000 lbs.



Gambar 5.4 Analisis ESWL untuk pesawat B-737-300

Dengan cara yang sama untuk ESWL pesawat campuran lainnya, dirangkum dalam tabel 5.9 berikut ini.

Tabel 5.9 Perhitungan nilai ESWL

Jenis pesawat	MTOW (lbs.)	P_d (lbs.)	$P_d/2$ (lbs)	T. Roda (psi)	r (in.)	S_d (in.)	$2S_d$ (in)	d/2 (in)	ESWL (lbs.)
B-737-300	124,500	57,643.5	28,821.75	166	7.4	30.5	61	7.85	48,000
DC-9-32	121,000	55,902	27,951	152	7.6	25	50	4.9	46,000
F-28-4000	73,000	33,580	16,790	98	7.4	23.1	46.2	4.15	28,000
F-27-500	45,000	21,375	10,687.5	77	6.7	22	44	4.3	18,000

2. Menentukan Nilai LCN Pesawat

Setelah nilai ESWL didapat, kemudian nilai ESWL dan tekanan roda dimasukkan kegambar 3.7, maka untuk pesawat B-737-300 didapat nilai LCN sebesar 57. Dengan cara yang sama untuk jenis pesawat lainnya, dirangkum pada tabel 5.10 berikut ini.

Tabel 5.10 Nilai LCN berdasarkan ESWL dan tekanan roda

No	Jenis Pesawat	ESWL (lbs)	Tekanan Roda (psi)	Nilai LCN
1	B-737-300	48,000	166	57
2	DC-9-32	46,000	152	52
3	F-28-4000	28,000	98	33
4	F-27-500	16,000	77	17

Berdasarkan tabel 5.10, nilai LCN tertinggi dihasilkan oleh pesawat B-737-300 sebesar 57. Untuk menentukan tebal lapis keras, nilai LCN sebesar 57 dimasukkan kedalam lampiran 11, dengan cara sebagai berikut:

- Nilai CBR *subgrade* 6 % dan LCN 57, didapat tebal total lapis keras sebesar:

$$\begin{aligned} H_t &= 31 \text{ in.} \\ &= 31 \times 2.54 = 78.74 \text{ cm.} \sim 79.0 \text{ cm.} \end{aligned}$$

- Nilai CBR *subbase course* 25 % dan LCN 57, didapat tebal lapis keras diatas *subbase course* sebesar:

$$\begin{aligned} H_1 + H_2 &= 14.5 \text{ in.} \\ &= 14.5 \times 2.54 = 36.83 \text{ cm.} \sim 37.0 \text{ cm.} \end{aligned}$$

maka tebal *subbase course* (H_3) = $79.0 - 37.0 = 42.0$ cm.

- Nilai CBR *base course* 80 % dan LCN 57, didapat tebal lapis keras diatas *base course* sebesar:

$$\begin{aligned} H_1 &= 4.6 \text{ in.} \\ &= 4.6 \times 2.54 = 11.68 \text{ cm.} \sim 12.0 \text{ cm.} \end{aligned}$$

maka tebal *base course* (H_2) = $37.0 - 12.0 = 25.0$ cm.

3. Hasil Akhir Tebal Lapis Keras Metode LCN

Hasil akhir tebal lapis keras lentur landas pacu dengan metode LCN, dirangkum dalam tabel 5.11 berikut ini.

Tabel 5.11 Hasil akhir tebal lapis keras metode LCN

No	Material	Tebal Akhir (cm)
1	<i>Surface course</i> <i>Asphalt Penetration / Concrete</i>	12.0
2	<i>Base course</i> <i>Crushed Base Stone</i>	25.0
3	<i>Subbase course</i> <i>Granular / Crushed Stone</i>	42.0
Tebal Total		79

4. Analisis Terhadap Tebal Lapis Keras Landas Pacu yang Ada

Dari hasil perancangan lapis keras pada tabel 5.11, dilakukan analisis terhadap lapis keras landas pacu yang ada. Hasil analisis perbandingan, dirangkum dalam tabel 5.12 berikut ini.

Tabel 5.12 Perbandingan tebal lapis keras landas pacu

No	Struktur Lapis Keras Landas Pacu	Tebal Landas Pacu yang Ada (cm)	Tebal Landas Pacu Hasil Analisis (cm)
1	<i>Surface Course</i>	17.5	12.0
2	<i>Base Course</i>	30.0	25.0
3	<i>Subbase Course</i>	45.0	42.0
Total Tebal		92.5	79

Dari tabel 5.12 diatas, terlihat bahwa tebal landas pacu yang ada untuk masing-masing lapisan masih mempunyai kelebihan ketebalan dibandingkan dengan tebal landas pacu hasil analisis.

Dari hasil analisis metode LCN, ternyata landas pacu bandar udara Adisutjipto Yogyakarta masih mampu untuk menampung lalulintas sampai dengan tahun 2005.

5.2 Pembahasan Hasil Analisis

Dengan menggunakan data perancangan yang sama, dan metode perancangan CBR, FAA, dan LCN, dalam menentukan tebal lapis keras lentur landas pacu bandar udara Adisutjipto Yogyakarta yang dianalisis pada prinsipnya sama, yaitu: merancang ketebalan lapis keras yang mampu menampung lalu lintas udara yang direncanakan selama umur rencana, sehingga dapat melayani jenis dan karakteristik pesawat yang direncanakan, secara aman dan nyaman.

5.2.1 Tinjauan Umum

Hasil analisis perancangan tebal lapis keras lentur landas pacu bandar udara Adisutjipto Yogyakarta, dirangkum dalam tabel 5.13 berikut ini.

Tabel 5.13 Hasil perancangan tebal lapis keras lentur landas pacu

Metode	Tebal Lapis Keras (cm)			
	<i>Surface Course</i>	<i>Base Course</i>	<i>Subbase Course</i>	Total
CBR	10.5	29.0	62.5	102.0
FAA	10.5	26.0	45.5	82.0
LCN	12.0	25.0	42.0	79.0

Pada tabel 5.13 dapat dilihat, bahwa hasil akhir dari tebal lapis keras lentur landas pacu dengan menggunakan data perancangan yang sama dan metode perancangan CBR, FAA, dan LCN, ternyata diperoleh hasil perhitungan tebal total lapis keras yang berlainan, tebal total lapis keras paling tipis adalah metode LCN dengan hasil 79.0 cm.

Perbedaan hasil akhir tebal lapis keras pada tabel 5.13 tersebut, dikarenakan adanya perbedaan asumsi, parameter, dan prosedur perancangan yang dipergunakan dalam penelitian dan pengembangan permasalahan lapis keras yang dilakukan oleh masing-masing badan penerbangan yang mengeluarkan metode tersebut.

5.2.2 Tinjauan Teknis

Dengan menggunakan metode perancangan CBR, FAA, dan LCN, maka secara teknis adalah perbandingan teori dari setiap metode yang digunakan untuk menentukan ketebalan lapis keras, dan akan menghasilkan tebal yang berbeda-beda sesuai dengan asumsi dalam perancangan metode tersebut.

1. Metode CBR

Pada metode CBR, pembebanan landas pacu ditentukan berdasarkan karakteristik dan konfigurasi roda pendaratan pesawat yang direncanakan akan beroperasi di bandar udara tersebut, serta kategori *traffic area* pada landas pacu. Perhitungan tebal lapis keras dengan metode CBR dilakukan dengan menggunakan pembebanan pesawat dan kategori *traffic area*, serta daya dukung tanah dasar.

Kesamaan metode CBR dengan metode FAA dan LCN, bahwa daya dukung tanah dasar dan bahan lapis keras (*subbase* dan *base course*) dinyatakan dalam nilai CBR.

2. Metode FAA

Dalam menentukan tebal lapis keras, metode FAA menggunakan pesawat rencana, yaitu pesawat terbesar yang menghasilkan ketebalan lapis keras terbesar dengan *Equivalent Annual Departures* (EAD) terbesar.

Perbedaan dengan metode CBR dan LCN, pada metode FAA jumlah pergerakan pesawat campuran (pesawat yang akan dilayani), dinyatakan dalam jumlah EAD (*Equivalent Annual Departures*) pesawat rencana. *Annual Departures* dari semua jenis pesawat yang akan dilayani, dikonversikan kedalam *Annual Departures* pesawat rencana dengan faktor konversi dari tipe roda pendaratan utama. Dalam pembebanan, beban pesawat didistribusikan ke roda pendaratan utama (*main gear*) dan roda depan (*nose gear*), tergantung dari jenis dan konfigurasi roda pendaratan utama pesawat tersebut.

Kesamaannya dengan metode CBR dan LCN, daya dukung tanah dasar dan bahan lapis keras (*subbase* dan *base course*) dinyatakan dalam nilai CBR. Dengan menggunakan bahan yang distabilisasi untuk *subbase course* dan *base course*, maka tebal lapisan tersebut dapat dikurangi dengan faktor ekuivalen, tetapi tebal lapisan ini harus memenuhi syarat tebal minimum yang ditetapkan.

3. Metode LCN

Pada metode perancangan LCN, jumlah pergerakan dan komposisi dari lalu lintas pesawat tidak diperhitungkan, yang diperhitungkan dalam menentukan tebal lapis keras hanya pesawat yang mempunyai nilai LCN terbesar, sehingga didapat total tebal lapis keras terbesar. Perhitungan tebal lapis keras dalam metode LCN, dilakukan dengan menggunakan sistem roda tunggal ekuivalen atau ESWL (*Equivalent Single Wheel Load*), sehingga dapat dikatakan bahwa nilai LCN merupakan fungsi dari ESWL dan tekanan roda (*tire pressure*).

Untuk menentukan tebal tiap bagian lapis keras, maka daya dukung tanah dasar dan bahan lapis keras (*subbase* dan *base course*) dinyatakan dalam nilai CBR.

5.2.3 Tinjauan Ekonomis

Dari hasil analisis lapis keras pada tabel 5.13, dengan tebal total yang berbeda-beda, maka secara ekonomis (investasi), harga konstruksi untuk setiap metode perancangan akan berbeda-beda. Dengan melihat daftar harga material pada lampiran 12, maka dapat dilihat besarnya biaya yang dikeluarkan untuk membangun suatu konstruksi lapis keras, khususnya lapis keras lentur landas pacu bandar udara Adisutjipto.

1. Metode CBR

Tabel 5.14 Perhitungan harga konstruksi untuk metode CBR

No	Lapis Keras	Tebal (m)	Harga per m ³ (Rp.)	Harga per m ² (Rp.)
1	<i>Surface course</i>	0.105	141,185	14,825
2	<i>Base course</i>	0.290	101,805	29,524
3	<i>Subbase course</i>	0.625	34,870	21,794
Jumlah		1.02	277,860	66,143

Jadi harga konstruksi lapis keras dengan metode CBR tiap meter persegi sebesar Rp. 66,143.00

2. Metode FAA

Tabel 5.15 Perhitungan harga konstruksi untuk metode FAA

No	Lapis Keras	Tebal (m)	Harga per m ³ (Rp.)	Harga per m ² (Rp.)
1	<i>Surface course</i>	0.105	141,185	14,825
2	<i>Base course</i>	0.260	101,805	26,470
3	<i>Subbase course</i>	0.455	34,870	15,866
Jumlah		0.82	277,860	57,161

Jadi harga konstruksi lapis keras dengan metode FAA tiap meter persegi sebesar Rp. 57,161.00

3. Metode LCN

Tabel 5.16 Perhitungan harga konstruksi untuk metode LCN

No	Lapis Keras	Tebal (m)	Harga per m ³ (Rp.)	Harga m ² (Rp.)
1	<i>Surface course</i>	0.120	141,185	16,943
2	<i>Base course</i>	0.250	101,805	25,452
3	<i>Subbase course</i>	0.420	34,870	14,646
	Jumlah	0.79	277,860	57,041

Jadi harga konstruksi lapis keras dengan metode LCN tiap meter persegi sebesar Rp. 57,041.00