

**PERENCANAAN PERLUASAN APRON C (DOMESTIK DAN
INTERNASIONAL) DENGAN PERKERASAN *RIGID*
DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL I GUSTI NGURAH RAI BALI**

Elga Apriadha Dwinata⁽¹⁾, Sukamto⁽²⁾, Luky Surachman⁽³⁾

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang.

Abstrak: Tingginya pergerakan pesawat udara di Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali, belum diimbangi dengan fasilitas sisi udara yang memadai terutama pada *apron* mengakibatkan mobilisasi tidak berjalan dengan baik. Hal itu mendasari perlu adanya perluasan *apron* utara agar terpenuhinya kapasitas pesawat yang akan beroperasi. Untuk itu perlu direncanakan perluasan *apron* utara dengan menggunakan metode FAA (manual dan *software*) dan metode peramalan. Sesuai analisa dan hasil perhitungan maka perluasan dimensi *apron* yang direncanakan adalah 64.677,72 m² untuk penambahan 4 *parking stand* dengan meningkatkan spesifikasi jenis pesawat udara yang beroperasi menjadi pesawat udara kategori 4C dan 4E. Diperoleh tebal slab beton yang akan digunakan sebesar 52,07 cm dengan mutu beton K-400, tebal *subbase* 25,4 cm dan CBR *subgrade* sebesar 6%.

Kata Kunci: Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali, Bandara, *Apron*

Abstract: *The high movement of aircraft at the International Airport I Gusti Ngurah Rai Bali, Is not yet balanced with the air equipped with adequate especially in the apron caused mobilization did not go well. It underlies the need of expansion apron north to fulfill plane capacity to operate. This needs to be planned expansion of an apron north by using the method of FAA (manual and software) and method of forecasting. According to analysis and the results then the planned expansion of the apron dimension is 64.677,72 m² for the addition of 4 parking stands by increasing specification of aircraft operating into aircraft 4E and 4C category. A thick slab of concrete that is obtained will be used of 52.07 cm concrete quality K-400, 25.4 cm subbase thickness and subgrade CBR amounted to 6%.*

Keyword: *International Airport I Gusti Ngurah Rai Airport, Bali, Apron*

Pendahuluan

Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali merupakan salah satu bandar udara tersibuk dan terbesar di Indonesia. Banyaknya rute penerbangan yang dilayani membuat bandara ini perlu dilakukan pengembangan dan perluasan parkir pesawat udara (*apron*), disamping itu ketika jam puncak terjadi penumpukan pesawat udara akibat kejenuhan kapasitas *apron*. *Apron* merupakan salah satu fasilitas sisi udara yang ada di bandara. Peranan *apron* sebagai tempat naik turun penumpang, bongkar muat kargo, surat, pengisian bahan bakar, parkir, dan pemeliharaan pesawat udara sangatlah penting. Kapasitas *apron* harus dapat melayani seluruh pesawat udara yang beroperasi, apabila pesawat udara yang akan melakukan pendaratan tidak dapat dilayani maka akan terjadi penumpukan.

Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali memiliki luas *apron* eksisting 381.862 m², terdiri dari 53 *aircraft stand*. Tingginya pergerakan pesawat udara yang belum diimbangi dengan fasilitas sisi udara yang memadai terutama pada parkir pesawat udara (*apron*) mengakibatkan mobilisasi tidak berjalan dengan baik. Dikarenakan terjadi peningkatan yang signifikan seperti jumlah pesawat udara, penumpang, dan kargo. Hal tersebut mendasari perlu adanya perluasan *apron* utara agar terpenuhinya kapasitas pesawat udara yang akan beroperasi.

sehingga harus dirancang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik terminal.

Metodologi Penelitian

Dalam penulisan Tugas Akhir ini digunakan metode deskripsi. Metode dekripsi memiliki tujuan untuk mengumpulkan data secara rinci dan aktual. Di dalam penelitian ini menjelaskan gejala-gejala yang telah ada seperti mengenali masala dan memeriksa kondisi lapangan. Dalam menggunakan metode penelitian deskriptif bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis suatu fakta tertentu secara aktual dan teliti. Sehingga dalam praktiknya, metode ini lebih menekankan pada observasi lapangan dengan kondisi alamiah (ibnudin.net).

Pembahasan

1. Perhitungan Parameter Regresi Pergerakan Pesawat Udara Tahunan

Pergerakan tahunan pesawat udara Berdasarkan pergerakan tahunan pesawat udara dapat dianalisis sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{(n)(\sum X^2) - (\sum X)^2} \\
 &= \frac{(667.297)(55) - (15)(2.055.947)}{(5)(55) - (15)^2} \\
 &= \frac{5.862.130}{50} \\
 &= 117.242,6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{y - a}{x} \longrightarrow y = \frac{(\sum Y)}{(n)} \\
 &= \frac{(133.459,40 - 117.242,60)}{3} = \frac{667.297}{5} \\
 &= \frac{16.216,8}{3} \qquad x = \frac{(\sum X)}{(n)} \\
 & \qquad \qquad \qquad = \frac{15}{5} \\
 & \qquad \qquad \qquad = 3
 \end{aligned}$$

Persamaan: $Y = 117.242,6 + 5.405,6x$

Peak Month Ratio

Contoh perhitungan *peak month ratio* berdasarkan data pergerakan pesawat udara (tabel 4.1.) bulan Januari tahun 2013.

$$R\ Month = \frac{N\ month}{N\ year} = \frac{10.404}{124.569} = 0,0835$$

Peak Day Ratio

Contoh perhitungan *peak day ratio* berdasarkan data pergerakan pesawat udara harian tersibuk (tabel 4.3.) 21 Juli 2017.

$$R\ Day = \frac{N\ day}{N\ month} = \frac{462}{13.334} = 0.0334$$

Peak Hour Ratio

Contoh perhitungan *peak hour ratio* berdasarkan data pergerakan pesawat udara jam tersibuk (tabel 4.3.) 21 Juli 2017.

$$R\ Hour = \frac{N\ hour}{N\ day} = \frac{40}{462} = 0,0865$$

2. Daya Dukung (CBR) Tanah Dasar

Berdasarkan data yang diperoleh (CBR *subgrade*), nilai rata-rata CBR tanah asli yaitu sebesar 6% dengan PCN 69 R/C/X/T. Nilai CBR tersebut termasuk kedalam kategori *subgrade* rendah yang disyaratkan dalam KP 262 tahun 2017, tentang standar teknis operasional peraturan keselamatan penerbangan sipil bagian

139, pedoman perhitungan PCN perkerasan prasarana bandar udara. Yaitu interval nilai CBR *subgrade* kategori rendah sebesar $4\% < CBR < 8\%$, sehingga ditetapkan nilai CBR berdasarkan interval tersebut sebesar 6%.

3. Peramalan Pergerakan Pesawat Udara 5 Tahun

Dari hasil perhitungan pergerakan tahunan pesawat udara, didapat nilai parameter regresi, a = 117.242,6 dan b = 5.405,6 , maka dapat peramalan pergerakan pesawat udara sebagai berikut:

$$Y = a + bx$$

$$Y = 117.242,6 + 5.405,6x = 149.676,2$$

Untuk selengkapnya terdapat dalam tabel berikut:

STahun	a	B	X	Prediksi Pergerakan Pesawat Udara (Y = a + bx)
2018	117.242,6	5.405,6	6	149.676,2
2019	117.242,6	5.405,6	7	155.081,8
2020	117.242,6	5.405,6	8	160.487,4
2021	117.242,6	5.405,6	9	165.893,0
2022	117.242,6	5.405,6	10	171.298,6

Peak Month Movement Rencana.

Berdasarkan perhitungan *peak month ratio* sebelumnya, maka akan didapat *peak month movement* sebagai berikut:

$$Peak\ month\ movement = 171.298,6 \times 0,0942 = 16.136,32812$$

Peak Day Movement Rencana

Berdasarkan perhitungan *peak day ratio* sebelumnya, maka *peak day movement* dapat dihitung sebagai berikut:

Peak day movement
 = 16.136,32812 x 0,0334
 = 538,9533592

Peak Hour Movement Rencana

Berdasarkan nilai *peak hour ratio*, maka didapat nilai *peak hour movement* rencana (tahun 2022), sebagai berikut:

Peak hour movement
 = 538,9533592 x 0,0896
 = 48,29022099
 = 49 (pembulatan)

Jadi, peramalan pada tahun 2022 terdapat 49 pergerakan pesawat udara dalam 1 jam. Kondisi tersebut menyebabkan diperlukannya perluasan *apron* di Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali pada tahun rencana (tahun 2022).

4. Perhitungan *Equivalent Annual Departure*

Berdasarkan data pesawat udara, hasil analisis pesawat udara kritis, konversi roda pendaratan, serta hasil perhitungan *annual departure*

tahun rencana maka dapat dihitung *equivalent annual departure* tahun rencana, untuk menentukan tebal perkerasan konstruksi *apron* yang direncanakan. Sebelumnya telah diketahui bahwa pesawat rencana adalah Airbus A330-300, maka semua roda pendaratan pesawat udara dikonversi ke roda pendaratan A330-300.

$$\begin{aligned} \log R1 &= \log R2 \times \left(\frac{W2}{W1}\right)^{0.5} \rightarrow R2 = \text{faktor konversi roda} \times \text{annual dep} \\ R1 &= 10^{\log R2 \times \left(\frac{W2}{W1}\right)^{0.5}} \rightarrow R2 = 1 \times 19.261 = 19.261 \\ &= 10^{\log (19.261) \times \left(\frac{28.737.518}{28.737.518}\right)^{0.5}} \rightarrow R2 = 28.737.518 \text{ (tabel 4.5.)} \\ &= 19.261 \end{aligned}$$

W1 = *wheel load* pesawat udara rencana (terbesar) 28.737.518

Selengkapnya perhitungan *equivalent annual departure* dengan seluruh jenis pesawat yang beroperasi di Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali dapat dilihat pada table di bawah ini.

5. Perhitungan Jumlah *Parking Stand* Tahun 2022

Dari hasil peramalan jumlah pergerakan pesawat udara dengan menggunakan metode regresi diperoleh

Tabel Perhitungan *equivalent annual departure*

No.	Jenis Pesawat	Gear Type			Jumlah Roda Utama	Annual Departures	MTOW		Annual Departures Aircraft Design (E _a)	Wheel Load (W _i)	Wheel Load Design (W _i)	Equivalent Annual Departures (E _a)
		Dari	Ke	Konversi			Ibs.	Kg				
1	Airbus 320	D	2D	0,6	4	41.683	174.165	78.999,915	25.009,8	18.762,48	28.737,518	3.579
2	Airbus 330	2D	2D	1	8	19.261	533.519	242.000,148	19.261	28.737,518	28.737,518	19.261
3	Airbus 340	2D/D1	2D	1	10	42	609.578	276.499,93	42	26.267,493	28.737,518	36
4	ATR	D	2D	0,6	4	13.465	49.603	22.499,542	8.079	5.343,641	28.737,518	48
5	Boeing 737	D	2D	0,6	4	54.969	187.700	85.139,288	32.981,4	20.220,581	28.737,518	6.167
6	Boeing 747	2D/2D2	2D	1	16	214	910.000	412.769,057	214	24.508,163	28.737,518	142
7	Boeing 757	2D	2D	1	8	8	270.000	122.469,94	8	14.543,305	28.737,518	4
8	Boeing 767	2D	2D	1	8	42	450.000	204.116,567	42	24.238,842	28.737,518	31
9	Boeing 777	3D	2D	1	12	6.260	775.000	351.534,087	6.260	27.829,782	28.737,518	5.447
10	Boeing 787	2D	2D	1	8	2.788	502.500	227.930,166	2.788	27.066,707	28.737,518	2.206
11	Bombardier CRJX	D	2D	0,6	4	1.835	91.800	41.639,78	1.101	9.889,448	28.737,518	61
12	Carona	S	2D	0,5	2	579	9.062	4.110,454	289,5	1.952,466	28.737,518	4
											Σ	36.986

hasil pergerakan pesawat udara pada tahun rencana yaitu 49 pergerakan pada jam sibuk. Dengan perhitungan penentuan jumlah *parking stand* dengan asumsi α (jumlah parkir pesawat sebagai cadangan adalah 1) didapatkan kebutuhan *parking stand* keseluruhan pada tahun mendatang adalah 42 *aircraft stand*. Berikut adalah perhitungan kebutuhan *parking stand*:

$$\begin{aligned} T_i &= \frac{40+60}{2} = 50 \\ S &= \left(\frac{T_i}{60} \times N_i \right) + \alpha \\ &= \left(\frac{50}{60} \times 49 \right) + 1 \\ &= 41,833 = 42 \text{ (pembulatan)} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil tersebut dilakukan penambahan 5 *aircraft stand* dari *apron* eksisting. Namun karena terbatasnya lahan yang akan digunakan untuk perluasan, maka dilakukan penambahan menjadi 41 *aircraft stand* yang semula hanya 37 *aircraft stand*. Asumsi ini didasarkan atas perhitungan dari layout eksisting yang hanya bisa diperluas untuk 4 *aircraft stand*.

6. Perhitungan Dimensi *Apron*

Perhitungan kebutuhan panjang *apron* disesuaikan dengan penambahan jumlah *aircraft stand* sebanyak 4 buah yang diperuntukkan untuk dua pesawat udara kelas 4E dan dua pesawat udara kelas 4C. Perhitungan kebutuhan panjang *apron* menggunakan rumus berdasarkan *Aerodrome Design Manual Part 2 Taxiway, Apron and Holding Bay*. Luas dimensi *apron* yang direncanakan:

$$\begin{aligned} L_1 &= 384,74 \text{ m} \times 77,48 \text{ m} \\ &= 29.809,65 \text{ m}^2 \\ L_2 &= 48,48 \text{ m} \times 81 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 3.928,88 \text{ m}^2 \\ L_3 &= 218,42 \text{ m} \times 141,65 \text{ m} \\ &= 30.939,19 \text{ m}^2 \\ L &= L_1 + L_2 + L_3 \\ &= 29.809,65 \text{ m}^2 + 3.928,88 \text{ m}^2 + \\ &30.939,19 \text{ m}^2 \\ &= 64.677,72 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Untuk manuver pesawat udara pada saat datang dan meninggalkan *apron* maka digunakan *clearance* antar ekor pesawat udara dengan wingspan sesuai standar ADRM (*Airport Development Reference Manual*) dengan jarak 47,5 m

7. Perencanaan Tebal Perkerasan *Subgrade*

Pada perencanaan konstruksi ini ditentukan nilai CBR 6% maka nilai CBR tersebut akan dikonversikan menjadi nilai modulus reaksi tanah dasar,

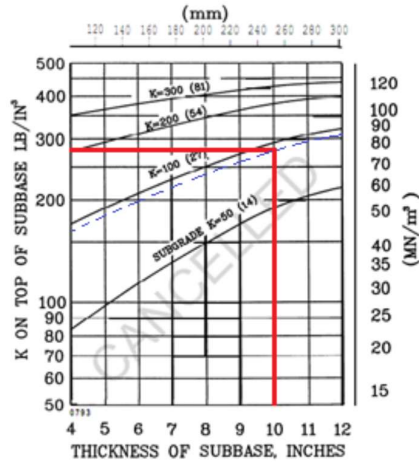
$$\begin{aligned} k &= \left[\frac{1500 \times CBR}{26} \right]^{0,7788} \\ &= \left[\frac{1500 \times 6}{26} \right]^{0,7788} \\ &= 94,97 \text{ pci} \end{aligned}$$

Subbase

Tujuan penempatan lapisan pondasi bawah dibawah slab beton adalah untuk meningkatkan nilai modulus k. Tebal minimum lapisan ini adalah 10,2 cm. Dengan modulus Ktanah dasar = 94,97 pci dan salah satu kontrol kualitas perkerasan kaku adalah nilai kuat lenturnya $f_r = 45 \text{ kg/cm}^2$ (640 psi) sebagaimana yang tercantum dalam Spesifikasi Umum Binamarga tahun 2010 revisi 3 yang diedarkan pada tahun 2014, maka didapatkan nilai k lapisan

subbase menggunakan pembacaan grafik di bawah ini:

- a) Beban rencana = 533.519 lbs
- b) k subgrade = 94,97 pci
- c) Flexural strength = 640 psi
- d) Tebal subbase rencana = 10 inch



Untuk mendapatkan nilai modulus K pada lapisan subbase yaitu dengan menempatkan tebal subbase rencana (10 inch) pada gambar 4.1, kemudian ditarik garis vertikal ke atas hingga bertemu kurva modulus k subgrade (94,97 pci), lalu ditarik garis horizontal ke kiri untuk mengetahui nilai modulus K pada lapisan subbase. Dari hasil plotting gambar di atas

didapatkan nilai modulus K pada lapisan subbase yaitu (275 pci).

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui tebal plat beton dengan menggunakan gambar kurva rencana perkerasan rigid untuk tipe roda dual tandem, didapat hasil tebal plat beton sebesar 20,5 inch (52,07 cm) dan subbase sebesar 10 inch (25,4 cm).

Tebal ekivalen untuk perencanaan perkerasan rigid yaitu:

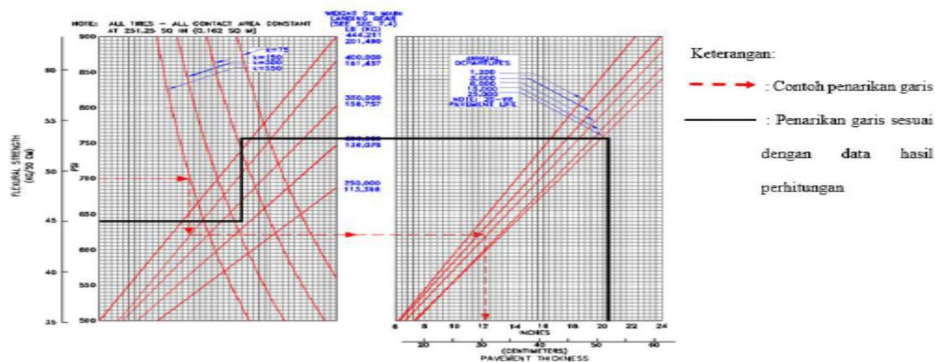
Lapisan	Tebal (cm)
Surface	52,07
Subbase course	25,4
Σ	77,47

Peletakan Dowel

Berdasarkan hasil perhitungan tebal perkerasan didapatkan nilai tebal slab beton sebesar 52,07 cm. Sesuai dengan FAA AC-150/5320/6E dalam penggunaan dowel yang direncanakan pada tebal slab beton sesuai tabel berikut:

Tebal Slab Beton	Diameter	Panjang	Jarak
6-7 inch (15-18 cm)	¾ inch (2 cm)	18 inch (46 cm)	12 inch (30.5 cm)
8-13 inch (21-31 cm)	1 inch (2.5 cm)	19 inch (48 cm)	12 inch (30.5 cm)
13-16 inch (33-41 cm)	1¼ inch (3 cm)	20 inch (51 cm)	15 inch (38 cm)
17-20 inch (43-51 cm)	1½ inch (4 cm)	20 inch (51 cm)	18 inch (46 cm)
21-24 inch (54-61 cm)	2 inch (5 cm)	24 inch (61 cm)	18 inch (46 cm)

3) Slab Beton



Gambar 4.2. Tebal Lapisan Surface (Sumber: B 787-800 Airplane Characteristics for Airport Planning, Dual Tandem)

Sesuai tabel yang bertanda warna kuning maka *dowel* yang akan digunakan pada tebal slab beton dengan diameter 5 cm, panjang *dowel* 61 cm, dan jarak antar *dowel* (*spacing*) 46 cm

4.7.4 Perhitungan Nilai Daya Dukung Perkerasan (PCN)

Tebal ekivalen dari hasil perencanaan tabel perkerasan adalah 77,47 cm, lalu setelah diketahui hasil perhitungan tebal perkerasan harus dihitung nilai PCN (*Pavement Classification Number*) untuk mengetahui nilai daya dukung perkerasan tersebut.

Diketahui CBR rencana = 6%

Tebal ekivalen = 77,47 cm

Berdasarkan analisa dan perhitungan maka dapat disimpulkan hasil sebagai berikut:

$$RSI = \frac{Te^2}{1000} \times \frac{6.12}{(4.231 - 5.013 \times \log(\frac{CBR}{0.6}) + 2.426 \times (\log(\frac{CBR}{0.6}))^2 - 0.473 \times (\log(\frac{CBR}{0.6}))^3)^{1.8}}$$

$$RSI = \frac{77.47^2}{1000} \times \frac{6.12}{(4.231 - 5.013 \times \log(\frac{6}{0.6}) + 2.426 \times (\log(\frac{6}{0.6}))^2 - 0.473 \times (\log(\frac{6}{0.6}))^3)^{1.8}}$$

$$RSI = 6 \times 5.237 \times 1.8$$

$$RSI = 56.56$$

$$PCN = G(K) \times RSI$$

$$PCN = 1.56 \times 56.56$$

$$PCN = 88.23$$

Hasil PCN yang diperoleh sebesar 88, dengan kode PCN 88 R/C/X/T.

No.	Jenis Pesawat	Nilai ACN	PCN Tersedia	Keterangan
1	Airbus 320	49	88	Mampu
2	Airbus 330	62	88	Mampu
3	Airbus 340	62	88	Mampu
4	ATR	14	88	Mampu
5	Boeing 737	53	88	Mampu
6	Boeing 747	65	88	Mampu
7	Boeing 757	42	88	Mampu
8	Boeing 767	57	88	Mampu
9	Boeing 777	69	88	Mampu

Sambungan Perkerasan

Dengan tebal perkerasan rencana yang didapat, maka terdapat sambungan perkerasan antara perkerasan eksisting (*rigid*) dengan apron rencana yang juga *rigid*. Sesuai dengan teori yang ada, maka pada perencanaan ini menggunakan *construction joint*.

5. Kesimpulan Dan Saran

Kesimpulan

1. Kebutuhan *aircraft stand* berdasarkan data yang ada yaitu 41 *aircraft stand*, sedangkan yang tersedia hanya 37 *aircraft stand*, sehingga perlu lahan untuk penambahan 4 *aircraft stand* yang baru.
2. Rencana perluasan *apron* untuk 4 *aircraft stand* adalah 64.677,72 m² dengan jenis perkerasan kaku (*rigid pavement*).
3. Total tebal perkerasan adalah 77,47 cm, terdiri dari tebal *surface* 52,07 cm dan tebal *subbase* 25,4 cm dengan nilai PCN 88 R/C/X/T.

Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, dapat dikemukakan saran sebagai berikut:

1. Pada peramalan pergerakan pesawat udara tahun 2022 terdapat 49 pergerakan pesawat udara dalam 1 jam, disarankan kepada Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali untuk menambah kapasitas *apron* agar pada tahun 2022 mobilisasi dapat berjalan dengan baik.

Daftar Pustaka

Volume I Bandar Udara
(Aerodrome).

- Basuki, Heru Ir. 1990. “*Merancang, Merencana Lapangan Terbang*”. Bandung: Alumni.
- Federal Aviation Administration. AC No: 150/5320/6E Airport Pavement and Design Evaluation.
- Federal Aviation Administration. AC No: 150/5320/6F Airport Pavement and Design Evaluation. FAARFIELD 1.42 Standard Thickness Design Software.
- International Air Transport Association, Airport Development Reference Manual, ninth edition, 2004
- International Civil Aviation Organization, Annex 14, *Aerodromes*, Sixth Edition, Montreal: July 2013.
- International Civil Aviation Organization, 9157-AN/901 *Aerodrome Design Manual Part 2 Taxiway, Apron and Holding Bay*, Fourth Edition, 2005
- International Civil Aviation Organization, 9157-AN/901 *Pavement*, Second Edition, 1983.
- International Civil Aviation Organization, 9184 –AN/902 *Airport Planning Manual Part 1 Master Planning*, Second Edition, 1987.
- KP 262 Tahun 2017 Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (Manual of Standard Casr – Part 139)