



Peningkatan Fasilitas Landas Pacu Bandar Udara Fatmawati Soekarno - Bengkulu Untuk Meningkatkan Pelayanan Penerbangan

The Improvement Of Runway Facility In Fatmawati Soekarno Airport Bengkulu To Improve Air Services

Ataline Muliasari*, M. Herry Purnama**

Peneliti Pusat Penelitian dan Pengembangan Udara

e-mail : alinesuhartoyo@gmail.com, litbang_udara@yahoo.com

INFO ARTIKEL

Histori Artikel :

Diterima : 11 Juli 2012

Disetujui : 28 September 2012

Keywords:

pavement, maximum take off weight

Kata kunci:

perkerasan, maximum take off weight

ABSTRACT / ABSTRAK

The improvement of the quality and quantity of airplanes owned by some airlines as well as the increasing number of passengers' movement have demanded every airport to improve its facilities. Fatmawati Soekarno airport has improved the quality of its runway with the value of Pavement Classification Number (PCN) 45 F/X/C/T. With the increasing Pavement Classification Number (PCN) , it is expected that airports can facilitate Boeing 737-900ER aircraft.

The problems in this study is the what figure of Permitted Total Load (Pta) of aircrafts is if the Pavement Classification Number (PCN) value is increased. From the above calculation, it shows that the Permitted Total Load (Pta) that can perform landing in the airport's runway is 75.655 kg. Meanwhile, the Pavement Classification Number (PCN) value is PCN 45/F/C/X/T and the CAN value of a Boeing 737-900ER aircraft is 51 (max) and 24 (min) for CBR low with the Maximum Take Off Weight of 85.130 kg.

Peningkatan kualitas dan kuantitas pesawat yang dimiliki oleh beberapa maskapai penerbangan, serta pertumbuhan jumlah pergerakan penumpang, menuntut setiap bandar udara untuk meningkatkan fasilitasnya. Bandar udara Fatmawati Soekarno telah meningkatkan kualitas fasilitas landas pacu dengan nilai *Pavement classification Number (PCN) 45 F/X/C/T*. Dengan peningkatan nilai *Pavement Classification Number (PCN)* tersebut, diharapkan bandar udara ini mampu melayani pesawat tipe 737-900ER.

Permasalahan dari penelitian ini adalah berapa nilai beban ijin total (Pta) pesawat bila nilai *Pavement Classification Number* ditingkatkan. Dari hasil perhitungan diatas terlihat bahwa beban ijin total pesawat (Pta) yang dapat mendarat di *runway* Bandar udara Fatmawati Soekarno adalah 75.655 kg. Sementara itu, Nilai *Pavement Clasification Number (PCN)* adalah PCN 45/F/C/X/T, dan nilai ACN dari Pesawat Boeing 737 - 900 ER adalah 51 (max) dan 24 (min) untuk CBR Low, dengan *Maksimum Take Off Weight (MTOW)* sebesar 85.130 kg.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Propinsi Bengkulu yang terdiri dari 8 (delapan) Kabupaten merupakan propinsi yang langsung berbatasan dengan Propinsi Sumatera Barat, dan Propinsi Lampung. Propinsi yang kaya akan hasil minyak kelapa sawit, rotan, dan kayu lapis lapis ini juga menghasilkan coklat, kopi, dan tembakau. Selain kekayaan alam berupa hasil perkebunan, propinsi ini juga berpotensi meningkatkan hasil pariwisata melalui keindahan bukit, danau dan pantai.

Pariwisata yang merupakan salah satu dari sumber devisa negara, memerlukan dukungan transportasi baik darat, laut, maupun udara.

Transportasi udara yang menjanjikan tingkat kenyamanan lebih baik dan waktu tempuh lebih singkat dibanding dengan moda transportasi yang lain, mengalami peningkatan pergerakan penumpang di berbagai wilayah Indonesia. Bandar Udara Fatmawati Soekarno yang terletak di area Propinsi Bengkulu merupakan bandar udara dengan skala pelayanan tersier yang diharapkan mampu meningkatkan pendapatan daerah.

Landas pacu yang merupakan fasilitas pokok *take off* dan *landing* di bandar udara ini, tersedia dengan panjang dan lebar 2.470 m x 30, serta nilai *Pavement Classification Number* (PCN) 40. Dengan nilai *pavement* tersebut, bandar udara kelas I ini memiliki keterbatasan menerima pendaratan pesawat *wide body* sekelas *Pavement classification Number* (PCN) 40 Sementara itu, sebagian besar penerbangan dilayani oleh pesawat dengan tipe B.737-400.

Bandar udara yang sebelumnya bernama Bandar Udara Padang Kemiling, dan sejak tanggal 14 November 2001 berubah menjadi Bandar Udara Fatmawati Soekarno, saat ini melayani 5 (lima) maskapai penerbangan menuju Jakarta, Semarang, Muko-muko, dan Padang.

Peningkatan kualitas dan kuantitas pesawat yang dimiliki oleh beberapa maskapai penerbangan, serta pertumbuhan jumlah pergerakan penumpang, menuntut setiap bandar udara untuk meningkatkan fasilitasnya. Bandar udara Fatmawati Soekarno telah meningkatkan kualitas fasilitas landas pacu dengan nilai *Pavement classification Number* (PCN) 45 F/X/C/T. Dengan peningkatan nilai *Pavement Classification Number* (PCN) tersebut, diharapkan bandar udara ini mampu melayani pesawat tipe 737-900ER.

Permasalahan dari penelitian ini adalah berapa nilai beban ijin total (Pta) pesawat bila nilai *Pavement Classification Number* ditingkatkan. Terkait dengan hal tersebut diatas, maka perlu dilakukan pengkajian peningkatan fasilitas landas pacu bandar udara Fatmawati Soekarno - Bengkulu, agar dapat diketahui nilai beban ijin total pesawat (Pta) terhadap batas pelayanan terhadap pesawat dengan tipe 737-900ER di bandar udara ini.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Pada penelitian ini sumber data didapatkan dari Bandar Udara Fatmawati Soekarno pada bulan September tahun 2012 yang meliputi beberapa data sekunder terkait dengan

perkerasan runway yang akan diolah dengan metode *kuatitatif*.

Tinjauan Pustaka

1. Cholis, Christian, Basuki, dan Adi, 2010 "Pengertian dan Istilah Penerbangan Sipil" menyatakan beberapa hal sebagai berikut:
 - a. Runway adalah: suatu area empat persegi panjang yang ditetapkan batas-batasnya terletak di lapangan terbang daratan yang disiapkan untuk pendaratan dan lepas landas pesawat.
 - b. *Pavement Clasification Number* (PCN): suatu angka yang menyatakan kekuatan gandar (*bearing strength*) dari suatu perkerasan untuk pengoperasian yang tidak terbatas.
 - c. *Aircraft Clasification Number* (ACN): adalah suatu angka yang menyatakan efek relatif suatu pesawat udara terhadap suatu perkerasan untuk suatu kategori standar "*subgrade*" yang ditentukan.
2. Pedoman Teknis Perancangan dan Kontruksi Prasarana Bandar Udara oleh Seksi Mutu Kontruksi Sipil (Sub Direktorat Penyelidikan dan Standardisasi Direktorat Teknik Bandar Udara) menyatakan bahwa **perkerasan lentur** terdiri dari lapis permukaan beraspal yang dihampar diatas lapis pondasi dan bila keadaan tanah dasar tidak baik maka dibutuhkan lapis pondasi bawah. Seluruh struktur perkerasan lentur didukung oleh tanah dasar. Untuk jenis pesawat udara tertentu, lapis pondasi dan

lapis pondasi bawah harus dibuat dari material yang distabilisasi.

3. SKEP/77/VI/2005 tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara dijelaskan beberapa hal sebagai berikut:
 - a. Kekuatan perkerasan landas pacu adalah kemampuan landas pacu dalam mendukung beban pesawat saat melakukan kegiatan pendaratan, tinggal landas maupun gerakan manuver saat parkir atau menuju *taxiway*. Perhitungannya mempertimbangkan karakteristik pesawat terbesar yang dilayani, lalu lintas penerbangan, jenis perkerasan, dan lainnya.
 - b. *Runway* yang melayani pesawat *Jet - Propeller*, dimana *engine* pesawat ketika bergerak posisinya melebihi tepi landasan maka permukaan bahu landasan (*runway*) harus dibuat perkerasan bitumen (*paved shoulder*).
 - c. Permukaan landas pacu (*runway*) harus memenuhi standar/nilai keandalan (*performance*) agar pengoperasian suatu fasilitas teknik bandar Udara dapat dipenuhi unsur keselamatan penerbangan
4. Surat Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: SKEP/ 76 / VI /2005 Tentang Petunjuk Pelaksana Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 47 tahun 2002 Tentang

Sertifikasi Operasi Bandar Udara dijelaskan bahwa Jenis permukaan daerah perkerasan dan kekuatan daya dukungnya, menggunakan metoda *Aircraft Classification Number - Pavement Classification Number* (metoda ACN-PCN).

Design dan rancangan Peningkatan Fasilitas Landas Pacu Bandar Udara Fatmawati Soekarno Untuk Meningkatkan Pelayanan Penerbangan diawali dari proses pengembangan fasilitas tersebut terhadap *Pavement Classification Number (PCN)* yang dipengaruhi oleh:

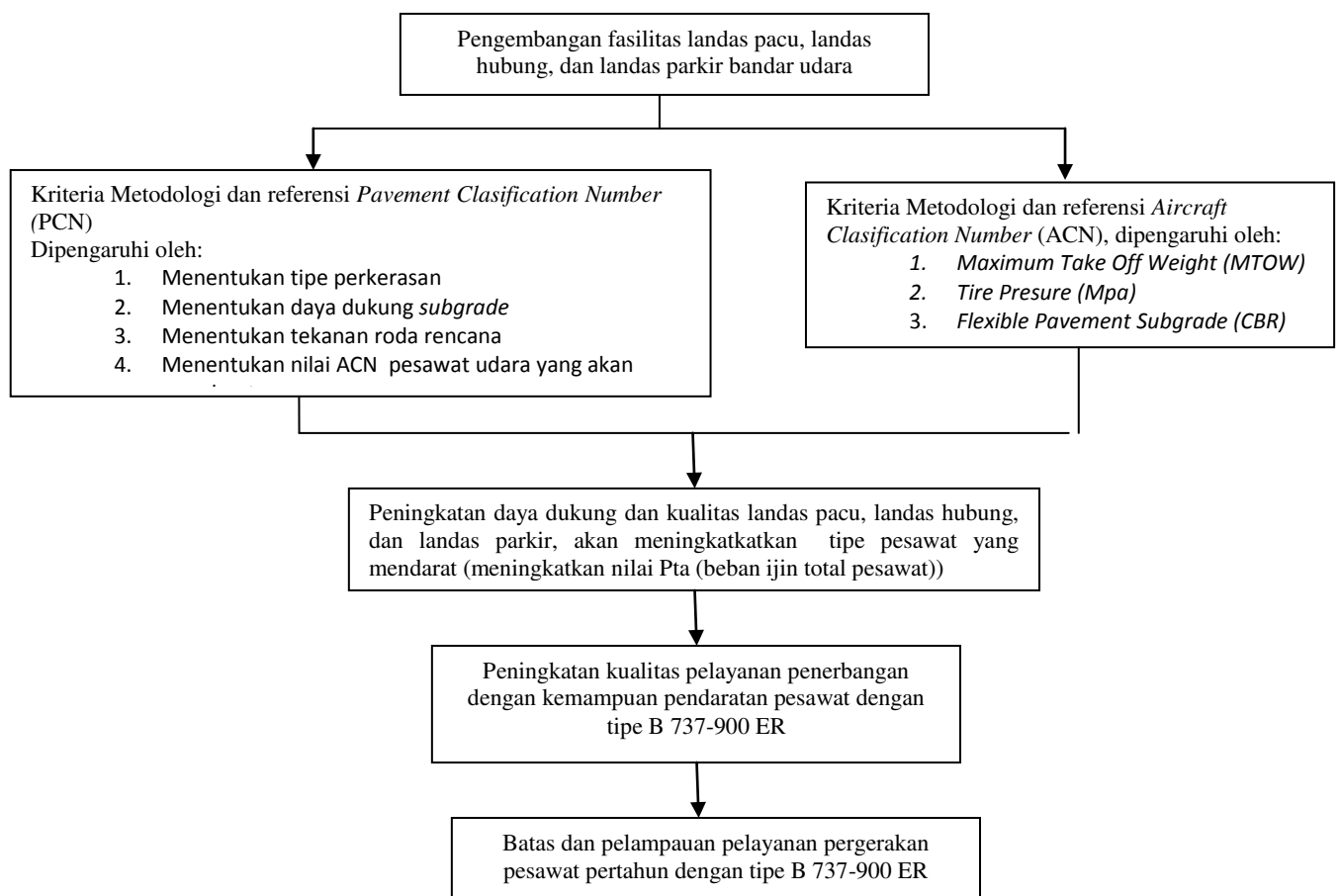
1. Menentukan tipe perkerasan
2. Menentukan daya dukung *subgrade*
3. Menentukan tekanan roda rencana
4. Menentukan nilai ACN pesawat udara yang akan mendarat

Hasil dari proses pengembangan tersebut akan meningkatkan kualitas dan tipe pesawat udara yang dapat

METODOLOGI PENELITIAN

Desain atau Rancangan Penelitian

Desain atau Rancangan Penelitian pada pengkajian Peningkatan Fasilitas Landas Pacu Bandar Udara Fatmawati Soekarno Untuk Meningkatkan Pelayanan Penerbangan adalah sebagai berikut:



Gambar 1 : Desain dan Rancangan Penelitian

mendarat sesuai dengan nilai beban ijin total pesawat (Pta), berdasarkan nilai *Aircraft Clasification Number* (ACN), dipengaruhi oleh:

1. *Maximum Take Off Weight* (MTOW)
2. *Tire Pressure* (Mpa)
3. *Flexible Pavement Subgrade* (CBR)

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan metode wawancara, pengamatan, dan data sekunder langsung di Bandar Udara Fatmawati Soekarno Bengkulu.

Metode Analisis

Analisis dalam pengkajian ini dilaksanakan dengan memanfaatkan metode kuantitatif yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Penentuan Angka / Tipe Perkerasan /Subgrade/Tekanan Roda/ Metoda Evaluasi.

Nilai PCN adalah suatu indikasi nilai relatif dari "*bearing strength*", suatu perkerasan pada *standard single wheel load* dengan "*unrestricted aircraft operations*". Dalam penentuannya perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut (dalam tabel 1):

2. Menentukan tipe perkerasan
Ada dua tipe yaitu *rigid* (R) atau *fleksibel* (F). Struktur komposit atau yang lain dari perkerasan harus diberi kode R atau F sesuai dengan metoda yang digunakan dalam penentuan PCN. Contoh: Landasan yang merupakan komposit dari perkerasan rigid dengan pelapisan ulang (*overlay*) aspal, maka penentuan "*load carrying capacity*" dengan mengkonversi ketebalan *ekivalen* dari perkerasan *rigid*.

Tabel 1: Penentuan Angka / Tipe Perkerasan /Subgrade/Tekanan Roda/ Metoda Evaluasi.

Type landasan pacu (*)	Fleksibel Rigid	F R
Kategori daya dukung tanah	Tinggi ($13 < CBR; 120 < K$) Sedang ($8 \leq CBR \leq 13; 60 \leq K \leq 120$) Rendah ($4 \leq CBR \leq 8; 25 \leq K \leq 60$) Sangat Rendah ($CBR < 4; K < 25$)	A B C D
Tekanan roda pneumatik maksimal yang diijinkan q_0	Tidak terbatas $q_0 = 1,5$ Mpa $q_0 = 1$ Mpa $q_0 = 0,5$ Mpa	W X Y Z
Dasar evaluasi	Teknis Pengalaman operasional	T U

Sumber: Pedoman Teknis Perancangan dan Kontruksi Prasarana Bandar Udara oleh Seksi Mutu Kontruksi Sipil

3. Menentukan daya dukung *subgrade*, berdasarkan tabel 2.
4. Menentukan tekanan roda rencana, berdasarkan tabel 3.
5. Menentukan karakteristik pesawat udara yang akan mendarat dengan memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:
 - a) Dalam pengelompokan konfigurasi roda pesawat untuk pendaratan (*landing gear configuration*), digunakan asumsi

bahwa 95 % dari berat kotor (*gross weight*) pesawat ditanggung / dibebankan pada susunan roda utama (*main gear assembly*) dan 5 % beban oleh roda depan (*nose gear*).

- b) Asumsi lain adalah :

1) *Single Wheel*

Tabel dibawah ini menunjukkan karakteristik yang diasumsikan pada "*main landing gear assembly*"

Tabel 2: Penentuan daya dukung *sub grade*

KATEGORI	RIGID PAVEMENT K VALUE		FLEKSIBLE PAVEMEN T (CBR)	KODE
	Lb/in ³	MN/m ³		
High	i. 400	>120	>13	A
Medium	201-400	61-120	8-13	B
Low	100-200	25-100	4-8	C
Ultra Low	< - 100	< - 25	<4	D

Sumber: Pedoman Teknis Perancangan dan Kontruksi Prasarana Bandar Udara oleh Seksi Mutu Kontruksi Sipil

Tabel 3: Penentuan tekanan roda rencana

KATEGORI	RANGE		KODE
	PSI	MPa	
High	No Limit	No Limit	W
Medium	0.01-1.50	0.01-1.50	X
Low	0.51-1.00	0.51-1.00	Y
Ultra Low	0-0.5	0-0.5	Z

Sumber: Pedoman Teknis Perancangan dan Kontruksi Prasarana Bandar Udara oleh Seksi Mutu Kontruksi Sipil

Tabel 4 : Penentuan *main landing gear assemble*

Gross Weight		Tire Pressure	
Lbs	Kg	PST	MPa
30.000	13.600	75	0.52
45.000	20.400	90	0.62
60.000	27.200	105	0.73
75.000	34.000	120	0.83

Sumber: Pedoman Teknis Perancangan dan Kontruksi Prasarana Bandar Udara oleh Seksi Mutu Kontruksi Sipil

2) *Dual Wheel*
 Chart yang mengkonversikan beban pesawat udara (*gross weight*) terhadap nilai angka PCN untuk pesawat dengan " *dual - wheel landing gear* " dikembangkan menggunakan karakteristik berikut :

3) *Dual Tandem*
 Konversi chart dalam menentukan nilai angka PCN untuk " *allowable dual - tandem loading* " dikembangkan dengan menggunakan asumsi karakteristik berikut :

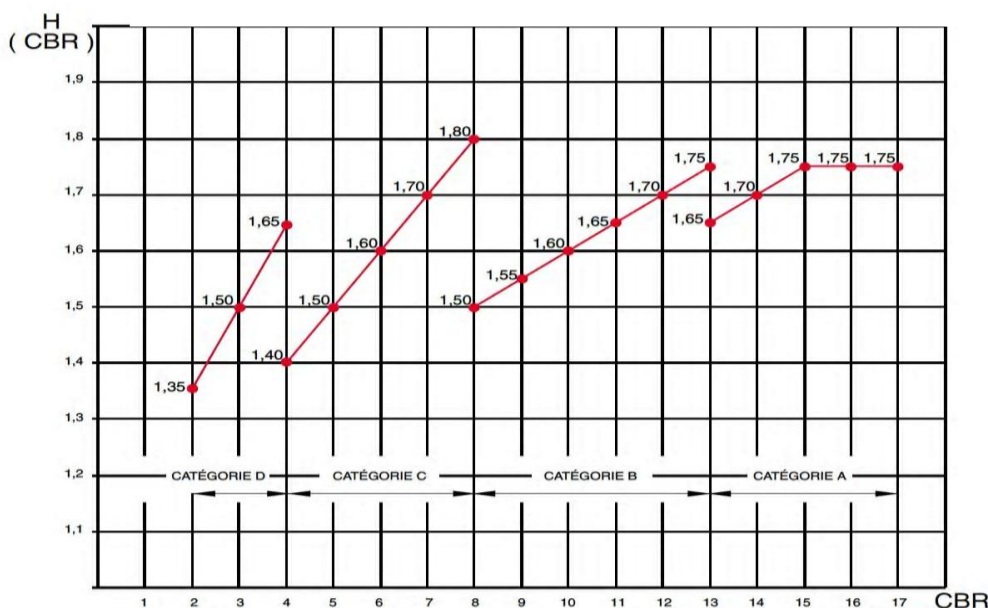
6. Menentukan nilai *Pavement Clasification Number* dengan input Tebal perkerasan, Daya dukung *subgrade*, dan *Annual departure*. Dengan menggunakan kurva perencanaan, dapat diketahui " *allowable gross weight* " dari perkerasan tersebut. Perhitungan PCN dikembangkan dengan chart / kurva, untuk masing-masing konfigurasi roda pesawat yaitu single whell, dual dan dual tandem untuk pesawat tertentu. Nilai angka PCN dapat ditentukan berdasarkan fungsi *allowable gross weight* dan daya dukung *subgrade*.

Tabel 5: menentukan nilai angka PCN untuk " *allowable dual - tandem loading* "

GROSS WEIGHT		TIRE PRESSURE		DUAL SPACING		TANDEM SPACING	
Lbs	Kg	PST	MPa	in	cm	in	cm
100.000	45.400	120	0.83	20	51	45	144
150.000	68.000	140	0.97	20	51	45	144
200.000	90.700	160	1.10	21	53	46	117
300.000	136.100	180	1.25	26	66	51	130
400.000	181.400	200	1.38	30	75	55	140

Sumber: Pedoman Teknis Perancangan dan Kontruksi Prasarana Bandar Udara oleh Seksi Mutu Kontruksi Sipil

Dengan nilai H tertera pada gambar sebagai berikut:



Gambar 2: Grafik Nilai Koefisien G(K) untuk menghitung PCN Landasan Fleksibel

7. Proses Perhitungan PCN Menggunakan Metode FAA - ICAO adalah sebagai berikut:

- a. Perhitungan *Thickness Equivalent* dari data konstruksi *Existing* dengan menggunakan Standard FAA - ICAO.
- b. Perhitungan *Allowable Load* dengan menggunakan *Chart* dari jenis pesawat (Standar FAA - ICAO), dari pabrik pesawat, dengan data *CBR Sub-Grade*, *Ekuivalen Annual Departure*, dan *Thickness - Ekuivalen*.
- c. Grafik Nilai Koefisien G(K) untuk menghitung PCN Landasan Fleksibel
 $P.C.N. = H (CBR) \times RSI$, RSI adalah beban roda pada 0,6 Mpa.

8. Menghitung Perijinan Pengoperasian Pesawat Udara di landasan Bandar udara Fatmawati Soekarno Bengkulu dilakukan dengan memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Tekanan batas.
Suatu *Pavement Clasification Number (PCN)* memberikan huruf kode yang menyatakan nilai batas tekanan roda *pneumatik* (code X,

Y, Z), sedang pesawat udara yang mempunyai tekanan efektif q' yang melampaui nilai batas q_0 tidak dapat diijinkan pada landasan tersebut.

- b. Beban ijin pesawat.
Beban ijin total P_{ta} pesawat dihitung dari nilai *Pavement Clasification Number (PCN)* dengan menggunakan persamaan di bawah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Angka / Tipe Perkerasan / Subgrade / Tekanan Roda/ Metoda Evaluasi.

Nilai PCN adalah suatu indikasi nilai relative dari "*bearing strength*", suatu perkerasan pada *standard single wheel load* dengan "*unrestricted aircraft operations*".

Bandar Udara Fatmawati Soekarno - Bengkulu merupakan bandar udara dengan fasilitas *Pavement Clasification Number (PCN)* landas pacu (*runway*) 45 F/C/X/T. Dari nilai PCN tersebut terlihat bahwa landas pacu bandar udara berupa perkerasan *fleksibel* dengan *low strength subgrade* sebagai lapisan

$$P_{ta} = m + (M - m) \times ((PCN) - ACN_{min}) / (ACN_{max} - ACN_{min})$$

Di mana:

ACN max : nilai ACN pada bobot pesawat maksimal saat meluncur (M)

ACN min : nilai ACN pada bobot kosong dalam kondisi eksploitasi (m)

untuk type landasan dan kategori daya dukung tanah yang terkait dengan *Pavement Clasification Number (PCN)* tersebut.

jika $ACN < PCN$: pesawat dapat diijinkan operasi tanpa batasan.

jika $ACN > PCN$: kajian khusus harus dilakukan untuk penetapan perijinan operasi pesawat udara lebih lanjut.

dibawahnya. Sementara itu, maksimum tekanan ban pesawat yang bisa diterima oleh *pavement* adalah Medium, *limited to 1.50MPa* (218psi) yang ditentukan dengan *technical evaluation*.

B. Menentukan karakteristik pesawat udara yang akan mendarat

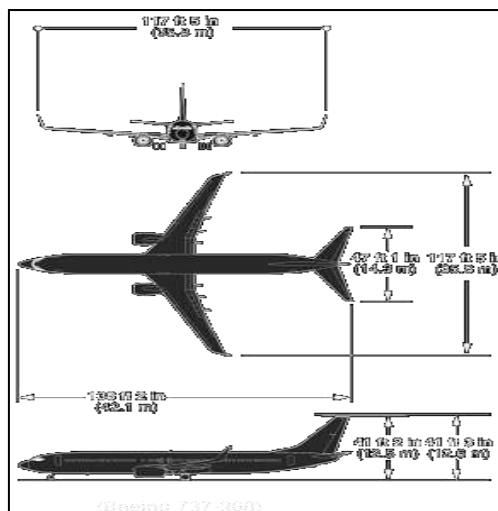
Bandar Udara Fatmawati Soekarno yang telah melakukan *overlay* pada fasilitas landas pacunnya ini telah dapat didarati oleh pesawat dengan tipe Boeing 737 900 ER milik maskapai penerbangan Lion Air. Oleh sebab itu, dengan

memperhatikan bahwa pengelompokan konfigurasi roda pesawat udara Boeing 737 900 ER, untuk pendaratan (*landing gear configuration*), digunakan asumsi bahwa 95 % dari berat kotor (*gross weight*) pesawat ditanggung/dibebankan pada susunan roda utama (*main gear assembly*), dan 5 % beban oleh roda depan (*nose gear*).

Pesawat Boeing 737-900 ER menurut *aircraft-info.net* memiliki *Maximum Take Off Weight* (MTOW) 187.700 lb atau 85.130 kg dan berat kosong 93.680 lb atau 42.493kg.

Tabel: *Technical Spesification Boeing 737-900 ER*

Technical Specifications	
Passengers	
2-class configuration	180
1-class configuration	215
Cargo	
	1,824 cubic ft. (51.6 m3)
	1,674 cubic ft. (47.4 m3) w/aux. tank
	1,585 cubic ft. (44.9 m3) w/2 aux. tanks
Engines (maximum thrust)	
	CFM56-7BE
	28,400 lbs.
Maximum Fuel Capacity	7,837 gallons (29,660 liters) w/2 aux. tanks
Maximum Takeoff Weight	187,700 lb (85,130 kg)
Maximum Range	3,235 nm (5,990 km) (two-class layout, 2 aux. tanks and winglets)
Typical Cruise Speed	Mach 0.791
Basic Dimensions	
Wing Span	112 ft 7 in (34.3 m) 117 ft. 5 in. (35.7 m) with winglets
Overall Length	138 ft 2 in (42.1 m)
Tail Height	41 ft 2 in (12.5 m)
Interior Cabin Width	11 ft 7 in (3.53 m)



Sumber: *aircraft-info.net*

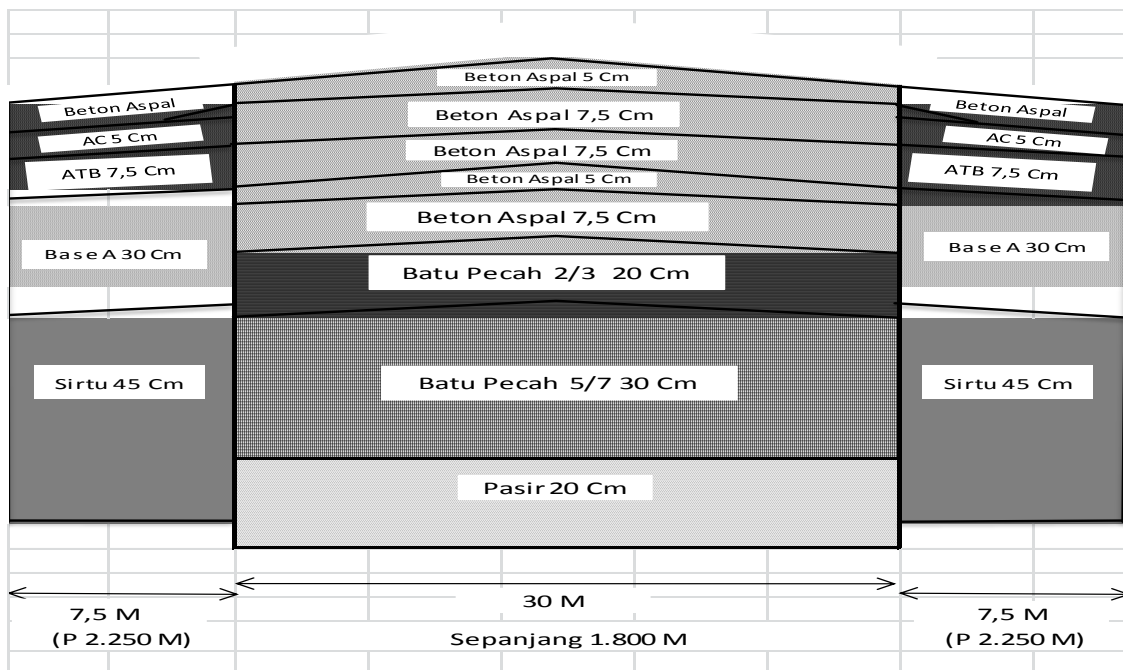
Gambar 3: *Spesification B 737 – 900 ER*

C. Proses Perhitungan PCN Menggunakan Metode FAA - I CAO.

Proses perhitungan *Pavement Classification Number* (PCN) dilakukan menggunakan metode FAA - I CAO sebagai berikut:

- a. Perhitungan *Thickness Equivalent* dari data konstruksi *Existing* dengan menggunakan Standard FAA - ICAO, dalam hal ini diketahui bahwa perkerasan runway Fatmawati Soekarno adalah 45 F/C/X/T, dengan tebal perkerasan (*Pavement Thickness*) sebagai berikut:
- b. Perhitungan beban yang diijinkan (*Allowable Load*), dilakukan dengan menggunakan *Chart* dari jenis

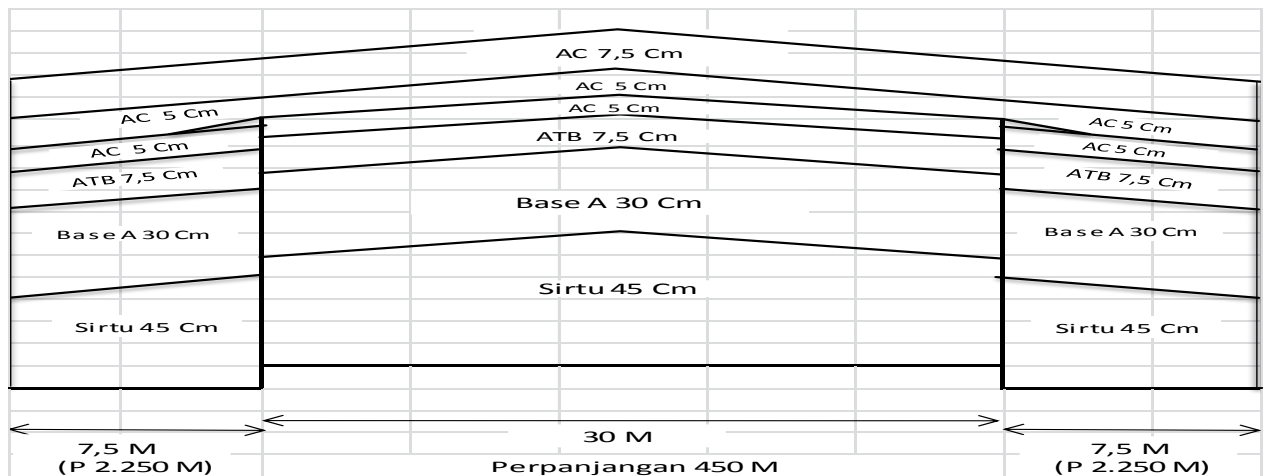
Annual Departure, dan *Thickness - Equivalent*. Sesuai Pedoman Teknis Perancangan dan Kontruksi Prasarana Bandar Udara oleh Seksi Mutu Kontruksi Sipil. Bandar udara Fatmawati Soekarno Bengkulu saat ini dapat didarati oleh pesawat Boeing 737-900 ER. Landas pacu Bandar udara Fatmawati Soekarno Bengkulu di bangun diatas tanah dasar dengan CBR 6%. Oleh sebab itu perlu dilakukan pemadatan 94% dengan pesawat rencana yang berspesifikasi teknis *Maximum Take Off Weight (MTOW)* 187.700 lb. atau



Gambar 4: *Pavement Thickness* PCN 45/F/C/X/T sepanjang 1.800 m setelah di *overlay*

pesawat (Standar FAA - ICAO), dari pabrik pesawat, dengan data CBR *Sub-Grade*, *Ekivalen*

Sementara itu, untuk perpanjangan fasilitas landas pacu dilakukan sepanjang 450 m, sehingga posisi saat ini panjang landas pacu di bandar udara ini sepanjang 2.250 m.



85.130 kg. Oleh sebab itu, pemadatan dilakukan dengan kedalaman antara 17 hingga 30 inci seperti terlihat pada tabel 6 di bawah.

D. Menghitung Beban Ijin Total Pesawat (Pta)

Menghitung beban ijin total (Pta) Pesawat Udara di landasan Bandar udara Fatmawati Soekarno dilakukan dengan memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

Tabel 6: Kebutuhan pemadatan lapisan tanah dasar untuk perkerasan lentur

Pesawat Rencana	Bobot Kotor (LBS)	Tanah non kohesive				Tanah kohesive			
		Kedalaman Pemadatan (inch)				Kedalaman Pemadatan (inch)			
		100%	95%	90%	85%	100%	95%	90%	85%
Single Wheel	30.000	8	8-18	18-32	32-44	6	9-12	9-12	12-17
	50.000	10	10-24	24-36	36-48	6	9-12	9-12	16-20
	75.000	12	12-30	30-40	40-52	6	12-19	12-19	19-25
Dual Wheel (Incls C 130)	50.000	12	12-28	28-38	36-50	6	6-10	10-17	17-22
	100.000	17	17-30	30-42	42-55	6	6-12	12-19	19-25
	150.000	19	19-32	32-46	46-60	7	7-14	14-21	21-28
	200.000	21	21-37	37-53	53-69	9	9-16	16-24	24-32
Dual Tendem (Incls 757, A-300)	100.000	14	14-26	26-36	38-49	6	6-10	10-17	17-22
	200.000	17	17-30	30-43	43-56	6	6-12	12-18	18-26
	300.000	20	20-34	34-48	48-63	7	7-14	14-22	22-29
	400.000	23	23-41	41-59	59-76	9	9-18	18-27	27-36
DC-10 L1011 747	400.000	21	21-36	36-56	56-70	8	8-15	15-20	20-28
	600.000	23	23-41	41-59	59-76	9	9-18	18-27	27-36
	800.000	23	23-41	41-59	59-76	9	9-18	18-27	27-36

Sumber: Pedoman Teknis Perancangan dan Kontruksi Prasarana Bandar Udara oleh Seksi Mutu Kontruksi Sipil

- a. Tekanan batas.
 Suatu *Pavement Clasification Number* (PCN) memberikan huruf kode yang menyatakan nilai batas tekanan roda *pneumatic* (code X, Y, Z), sedang pesawat yang mempunyai tekanan efektif q' yang melampaui nilai batas q_0 tidak dapat diijinkan pada landasan tersebut.
- b. Beban ijin pesawat.
 Beban ijin total pesawat (Pta) dihitung dari nilai *Pavement Classification Number* (PCN) dengan menggunakan persamaan :

Perhitungan empiris PCN berdasarkan ACN / PCN dilakukan dengan memperhatikan *Weight Maximum* (kN), *Tire Pressure* (MPa), dan nilai *Flexible pavement sub-grades* CBR%, seperti terlihat pada tabel 7. Dari tabel 7 tersebut, maka dapat dilakukan perhitungan beban ijin total pesawat (Pta) yang memiliki berat kosong 42.493kg dan *Maximum Take Off Weight* (MTOW) 85.130 kg dengan memanfaatkan rumus sebagai berikut:

$$Pta = m + (M - m) \times \frac{(PCN) - ACN_{min}}{(ACN_{max} - ACN_{min})}$$

Di mana:
 ACN max : nilai ACN pada bobot pesawat maksimal saat meluncur (M)
 ACN min : nilai ACN pada bobot kosong dalam kondisi eksploitasi (m)

Tabel 7: *Aircraft Classification Number*

Aircraft Classification Numbers (ACNs)										
Aircraft	Weight Maximum/minimum (kN)	Tire Pressure (MPa)	Flexible pavement sub-grades CBR%				Rigid pavement sub-grades k (MPa/m ³)			
			High	Medium	Low	Very low	High	Medium	Low	Ultra low
			A	B	C	D	A	B	C	D
			15	10	6	3	150	80	40	20
B 737-900 ER	777	1.47	44	46	51	56	51	53	56	57
	420	1.47	21	22	24	28	24	26	27	28

Sumber: *Transport Canada, Aerodrome Safety (AARME), Ottawa, Canada*

$$Pta = m + (M - m) \times \frac{(PCN - ACN_{min})}{ACN_{max} - ACN_{min}}$$

Di mana:
 ACN max : nilai ACN pada bobot pesawat maksimal saat meluncur (M)
 ACN min : nilai ACN pada bobot kosong dalam kondisi eksploitasi (m)
 Pta = $m + (M - m) \times \frac{(PCN - ACN_{min})}{ACN_{max} - ACN_{min}}$

$$\begin{aligned}
 \text{Pta} &= 42.493 + \frac{(85.130 - 42.493) \times (45 - 24)}{51 - 24} \\
 \text{Pta} &= 42.493 + \frac{(42.637 \times 21)}{27} \\
 \text{Pta} &= 42.493 + 33.162 \\
 \text{Pta} &= 75.655 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas terlihat bahwa beban ijin total pesawat (Pta) yang dapat mendarat di runway Bandar udara Fatmawati Soekarno adalah 75.655 kg. Sementara itu, Nilai *Pavement Clasification Numbe* (PCN) adalah PCN 45/F/C/X/T, dan nilai ACN dari Pesawat Boeing 737 - 900 ER adalah 51 (max) dan 24 (min) untuk *CBR Low*, dengan *Maksimum Take Off Weight* (MTOW) sebesar 85.130 kg seperti dijelaskan pada tabel 8 dibawah ini:

E. Peninjauan kembali *Maksimum Take Off Weight* (MTOW) Bandar udara Fatmawati Soekarno Bengkulu

Berdasarkan Surat Direktur Bandar Udara Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Nomor 1412/DBU/VII/2012 , perihal hasil rapat pembahasan peninjauan kembali MTOW Bandar Udara Fatmawati Soekarno Bengkulu dijelaskan beberapa hal sebagai berikut:

Tabel 8 : Hasil Pta, PCN, dan ACN

PCN	ACN	MTOW (B-737-900 ER)	Pta
45/F/C/X/T	51 (max) 24 (min)	85.130 kg	75.655 kg

Sumber: Data diolah

Hasil pengolahan data tersebut diatas menunjukkan bahwa *Pavement Clasification Number*(PCN) pada bandar udara Fatmawati Soekarno sebenarnya belum mampu di darati oleh pesawat tipe B 737 - 900 ER. Hal tersebut terlihat dari nilai beban ijin total pesawat (Pta) lebih besar dari *Maksimum Take Off Weight* (MTOW) pesawat tipe B 737-900 ER.

1. Setelah dilakukan perhitungan ulang dari data konstruksi yang paling kritis untuk pengoperasian pesawat Boeing 737 -900 ER maka didapat daya dukung *runway, taxiway way B, apron* dengan *parking stand* 4,5,6 yaitu PCN 45 F/C/X/T, dengan Allowable load 160.000 lbs (72.000 kg).

2. Untuk pengoperasian Boeing 737 - 900 ER, posisi parkir harus menggunakan *parking stand* 4,5, dan 6 dan mempergunakan taxi way B.
3. Sebelum pengoperasian parking stand 4,5,6 perlu dibuat *shadow marking*

Terkait dengan Surat Direktur Bandar Udara Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Nomor 1412/DBU/VII/2012 tersebut di atas, maka dari hasil perhitungan data dan analisis telah memenuhi persyaratan MTOW untuk proses take off dan landing pada landas pacu Bandar udara Fatmawati Soekarno. Hal ini dikarenakan *Maksimum Take Off Weight* (MTOW) yang disyaratkan (72.000 kg) pada surat tersebut di atas, lebih kecil dari hasil analisis yaitu 75.655 kg.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Bandar Udara Fatmawati Soekarno - Bengkulu merupakan bandar udara dengan fasilitas Pavement Classification Number (PCN) landas pacu (runway) 45 F/C/X/T. Dari nilai PCN tersebut terlihat bahwa landas pacu bandar udara berupa perkerasan fleksibel dengan low strength subgrade sebagai lapisan dibawahnya. Sementara itu, maksimum tekanan ban pesawat yang bisa diterima oleh pavement adalah Medium, limited to 1.50MPa (218psi) yang ditentukan dengan technical evaluation.
2. Dari hasil perhitungan di atas terlihat bahwa beban ijin total pesawat (Pta)

yang dapat mendarat di *runway* Bandar udara Fatmawati Soekarno adalah 75.655 kg. Sementara itu, Nilai *Pavement Clasification Number* (PCN) adalah PCN 45/F/C/X/T, dan nilai ACN dari Pesawat Boeing 737 - 900 ER adalah 51 (max) dan 24 (min) untuk CBR *Low*, dengan *Maksimum Take Off Weight* (MTOW) sebesar 85.130 kg.

3. Berdasarkan Surat Direktur Bandar Udara Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Nomor 1412/DBU/VII/2012, dijelaskan bahwa setelah dilakukan perhitungan ulang dari data konstruksi yang paling kritis untuk pengoperasian pesawat Boeing 737 - 900 ER maka didapat daya dukung *runway, taxiway way B, apron* dengan *parking stand* 4,5,6 yaitu PCN 45 F/C/X/T, dengan *Allowable load* 160.000 lbs (72.000 kg).
4. Hasil perhitungan data dan analisis telah memenuhi persyaratan MTOW untuk proses take off dan landing pada landas pacu Bandar udara Fatmawati Soekarno. Hal ini dikarenakan *Maksimum Take Off Weight* (MTOW) yang disyaratkan (72.000 kg) pada surat tersebut di atas, lebih kecil dari hasil analisis yaitu 75.655 kg.

SARAN

Berdasarkan kesimpulan tersebut di atas, maka disarankan Bandar udara Fatmawati Soekarno melakukan *over lay* kembali pada fasilitas landas pacunya agar pesawat dengan tipe B 737 - 900 ER dapat mendarat pada landas pacu dengan jumlah penumpang, bagasi, dan kargo hingga mencapai *Maksimum Take Off Weight* (MTOW) sebesar 85.130 kgsesuai

dengan spesifikasi teknis pesawat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Keputusan Menteri Perhubungan
Nomor 11 tahun 2010 Tentang
Tatanan Kebandarudaraan Nasional

Annex 14 : *Aerodrome*

Cholis, Christian, Basuki, dan Adi, 2010
"Pengertian dan Istilah Penerbangan
Sipil"

Horonjeff (1994), "Perencanaan dan
Perancangan Bandar Udara"

Pedoman Teknis Perancangan dan
Kontruksi Prasarana Bandar Udara
oleh Seksi Mutu Kontruksi Sipil (Sub
Direktorat Penyelidikan dan
Standardisasi Direktorat Teknik
Bandara Udara)

Transport Canada, Aerodrome Safety
(AARME), Ottawa, Canada