

**EVALUASI NILAI PAVEMENT CLASSIFICATION NUMBER (PCN) PERKERASAN APRON DENGAN METODE FAA, METODE KLASIK, DAN METODE ANALITIK (STUDI KASUS: APRON TIMUR BANDAR UDARA INTERNASIONAL I GUSTI NGURAH RAI BALI)**

**I Made Agus Ariawan<sup>1</sup>, I Nyoman Arya Thanaya<sup>2</sup>, I G A A Anggita Pradnyaswari<sup>3</sup>,  
Putu Kwintaryana W<sup>4</sup>, I Wayan Suweda<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4,5</sup> Prodi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar  
Email: agusariawan17@unud.ac.id

**Abstrak:** Sistem yang umum digunakan menilai daya dukung apron berdasarkan *International Civil Aviation Organization (ICAO)* adalah *Pavement Classification Number (PCN)*, merupakan angka yang menyatakan kapasitas angkut beban perkerasan untuk operasi pesawat tak terbatas. Beberapa metode digunakan untuk penentuan nilai PCN yaitu metode FAA dengan COMFAA, metode klasik, metode analitik dengan pengujian *Heavy Weight Deflectometer (HWD)* yang dianalisis dengan program Elmod. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis dan mengevaluasi nilai PCN perkerasan *rigid apron* timur Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai. Dengan menggunakan pesawat rencana B777-300ER, evaluasi dan analisis nilai PCN dilakukan dengan metode klasik, kemudian hasilnya dibandingkan dengan nilai PCN yang dianalisis dengan metode FAA dan metode analitik. Hasil perhitungan PCN yang dianalisis dengan metode FAA adalah 114/R/B/X/T, metode klasik adalah 92/R/B/X/T, dan metode analitik adalah 98/R/B/X/T. Perbedaan ini dipengaruhi oleh perhitungan nilai PCN metode FAA dan metode klasik didasarkan pada nilai CBR lapangan sedangkan metode analitik pada nilai real *deflection bowl* akibat respons daya dukung lapis keras dengan nilai modulus elastisitas yang berbeda. Secara keseluruhan hasil ketiga metode memberikan nilai PCN dimana apron mampu mendukung pesawat B777-300ER.

**Kata kunci:** *Apron*, PCN, Metode FAA, Metode Klasik, Metode Analitik

***EVALUATION OF PAVEMENT CLASSIFICATION NUMBER (PCN) VALUE OF APRON PAVEMENT WITH FAA METHOD, CLASSIC METHOD, AND ANALYTIC METHOD (CASE STUDY: EAST APRON AT I GUSTI NGURAH RAI INTERNATIONAL AIRPORT BALI)***

**Abstract:** The system that is commonly used to assess the carrying capacity of the apron based on the *International Civil Aviation Organization (ICAO)* is the *Pavement Classification Number (PCN)*, which is a number that states the load carrying capacity of the pavement for unlimited aircraft operations. Several methods are used to assess PCN, namely the FAA method with COMFAA, the classic method, analytic method with the *Heavy Weight Deflectometer (HWD)* test which was analyzed with the Elmod program. The purpose of this study was to analyze and develop the PCN value of the eastern apron rigid pavement of I Gusti Ngurah Rai Airport. By using the B777-300ER, the evaluation and analysis of PCN values was carried out using the classic method, then the results were compared with the PCN values analyzed by the FAA method and the analytic method. The results of PCN calculations analyzed by the FAA method are 114/R/B/X/T, the classic method is 92/R/B/X/T, and the analytic method is 98/R/B/X/T. This difference is influenced by the calculation of the PCN value using the FAA method and the classic method based on the field CBR value, while the analytic method on the real *deflection bowl* value is due to the response of the hard layer bearing capacity with different elastic modulus values. Overall the results of the three methods provide PCN values where the apron is able to support the B777-300ER aircraft.

**Keywords:** *Apron*, PCN, FAA Method, Classic Method, Analytic Method

## PENDAHULUAN

Basuki (2008) menyatakan *apron* atau pelataran pesawat adalah bagian dari bandara yang digunakan sebagai tempat parkir, mengisi bahan bakar, dan menaikkan menurunkan penumpang. *Apron* merupakan salah satu bagian terpenting dari sebuah bandar udara, dimana daya dukung *apron* setidaknya harus sama dengan daya dukung *runway*, mengingat fakta bahwa *apron* akan menjadi subjek dari kepadatan lalu lintas yang sangat tinggi, sebagai akibat dari pergerakan pesawat udara yang lambat dan diam.

Sistem yang digunakan untuk menilai kekuatan permukaan *apron* adalah *Pavement Classification Number (PCN)*, dimana merupakan suatu angka yang menyatakan kapasitas angkut beban suatu perkerasan untuk operasi pesawat tak terbatas. Sistem PCN digunakan bersama-sama dengan *Aircraft Classification Number (ACN)*, yang merupakan suatu angka yang dimiliki oleh sebuah pesawat tertentu dengan konfigurasi tertentu juga (Kementrian Perhubungan, 2015).

Pada umumnya *apron* dirancang untuk dapat menampung satu tipe pesawat saja, yaitu tipe *narrow body* atau *wide body*. Namun, dalam beberapa kasus *apron* dapat dirancang dengan menggunakan kedua tipe pesawat tersebut. Seperti pada perluasan *Apron Timur Tahap II Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali*, *apron* ini difungsikan untuk melayani pesawat *narrow body*, akan tetapi karena letaknya berdekatan dengan Gedung VIP, *apron* tersebut sewaktu-waktu harus dapat dipergunakan untuk melayani pesawat VIP yang biasanya merupakan jenis pesawat *wide body* (Angkasa Pura I, 2019).

Terdapat perbedaan nilai PCN yang dianalisis dengan beberapa metode. Putra (2010) mengkaji nilai PCN *runway* dengan metode analitik dan metode teoritik di Bandara H. Asan Sampit digunakan pesawat kritis yaitu B737-200 menghasilkan nilai PCN 9/F/A/X/T untuk metode analitik (Pengujian HWD) dan 38/F/D/X/T untuk metode teoritik (metode klasik).

Mulyono (2005) menganalisis daya dukung perkerasan *runway* dengan pengujian HWD di Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin mengindikasikan *runway* layak

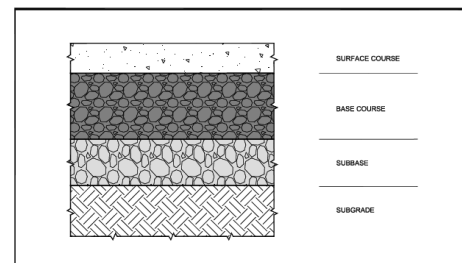
secara teknis untuk melayani operasional penerbangan pesawat B767-300ER *full capacity* dengan nilai PCN 64 F/B/X/T lebih besar daripada ACN maks yaitu 57,2. Nilai modulus elastisitas dan kualitas material dari masing-masing lapisan struktur *runway* yang sebenarnya diperoleh di lapangan sangat diperhatikan keakuratannya guna mencapai keamanan dan keselamatan operasi penerbangan (Mawardi et al., 2019).

Berdasarkan uraian diatas, diduga nilai PCN hasil desain pada *apron* timur Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai akan berbeda jika dilakukan perhitungan dengan metode lain.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Perkerasan *Apron*

*Apron* dirancang dan dibangun untuk memberikan dukungan yang memadai untuk beban yang dibebankan oleh pesawat dan untuk menghasilkan permukaan yang kokoh, stabil, halus, tahan slip, sepanjang tahun, segala cuaca, semua cuaca bebas dari puing-puing atau partikel lain yang dapat meledak atau diangkat oleh baling-baling. Untuk memenuhi persyaratan tersebut, kualitas dan ketebalan perkerasan tidak boleh rusak akibat beban yang dibebankan. *Apron* pada umumnya menggunakan tipe perkerasan kaku dimana terdiri *surface course*, *base course*, *subbase course*, dan *subgrade* seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1. (U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, 2016)



Gambar 1 *Typical Pavement Structure*

Sumber : U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (2016)

### *Heavy Weight Deflectometer (HWD)*

Pengujian *Heavy Weight Deflectometer (HWD)* merupakan pengujian yang dapat mengindikasikan nilai PCN. Secara umum, pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui homogenitas daya dukung perkerasan serta mengetahui transfer beban khususnya pada sambungan perkerasan kaku.

Pengujian HWD dilakukan dengan menetralkan beban pada perkerasan dan mencatat lendutan yang terjadi melalui *geophone* yang dipasang di atas permukaan. Ilustrasi pengujian HWD dapat dilihat pada Gambar 2. (Kementerian Perhubungan, 2015)



Gambar 2 Deflection Bowl Hasil HWD Test  
Sumber : Dynatest (2013)

### Aircraft Classification Number (ACN)

Kementerian Perhubungan (2019) menyebutkan ACN merupakan nilai yang menyatakan dampak relatif sebuah pesawat udara terhadap perkerasan untuk kategori standar tanah dasar (*subgrade*) tertentu. Nilai ACN dipublikasikan dalam 2 kategori perkerasan yaitu lentur dan kaku pada kategori daya dukung lapisan *subgrade* tertentu, serta kondisi beban maksimum dan beban minimum pesawat. Pada umumnya, nilai ACN untuk semua jenis pesawat diterbitkan oleh pabrik pembuat pesawat.

### Pavement Classification Number (PCN)

Kementerian Perhubungan (2019) menyebutkan PCN merupakan angka yang menyatakan kekuatan permukaan perkerasan untuk operasional tidak terbatas. Nilai PCN didapatkan dengan menentukan tipe perkerasan, daya dukung subgrade, tekanan roda rencana, dan nilai ACN pesawat udara yang akan mendarat. Jika nilai ACN dan tekanan roda pesawat lebih besar dari nilai PCN pada kategori *subgrade* tertentu yang dipublikasikan, maka operasi pesawat udara tidak dapat diberikan ijin beroperasi kecuali dengan mengurangi beban operasi. Pada keadaan tertentu, pengoperasian kondisi *overload* dapat diberikan.

Ketentuan penulisan nilai PCN:

1. Nilai numerik kekuatan perkerasan terdiri dari angka 1 sampai dengan tak hingga.
2. Jenis perkerasan terdiri dari perkerasan kaku dengan simbol huruf R dan perkerasan lentur dengan simbol huruf F.

3. Kategori *subgrade* dibagi menjadi empat kategori baik untuk perkerasan kaku maupun perkerasan lentur yaitu kategori A, B, C atau D. Penentuan kategori kekuatan *subgrade* tercantum dalam Tabel 1.
4. Tekanan ijin roda terdiri dari empat kategori yaitu W, X, Y atau Z seperti tercantum dalam Tabel 2.
5. Metode evaluasi terdiri dari pengujian langsung dengan pesawat analog ditunjukkan dengan huruf U dan dengan perhitungan analitis ditunjukkan dengan huruf T.

Contoh penulisan PCN 45 F/ B/ X/ T

Tabel 1 Kategori Daya Dukung *Subgrade* untuk Perkerasan Kaku

No	Kategori <i>Subgrade</i>	Nilai k Permukaan <i>Subgrade</i> Pci (MN/m <sup>3</sup> )	Interval Nilai k Permukaan <i>Subgrade</i> Pci (MN/m <sup>3</sup> )	Kode
1	High	555,6 (150)	k > 442 (> 120)	A
2	Medium	294,7 (80)	221 < k < 442 (60 < k < 120)	B
3	Low	147,4 (40)	92 < k < 221 (25 < k < 60)	C
4	Ultra Low	73,7 (20)	k < 92 (< 25)	D

Sumber : Kementerian Perhubungan (2015)

Tabel 2 Tekanan Ijin Roda Pesawat

No	Kategori	Tekanan Ijin (MPa/Psi)	Kode
1	High	Tidak terbatas	W
2	Medium	1.5/218	X
3	Low	1.0/145	Y
4	Ultra Low	0.5/73	Z

Sumber : Kementerian Perhubungan (2015)

### PCN Metode Klasik

Perhitungan PCN metode klasik didasarkan pada konsep perhitungan dimana nilai PCN perkerasan dihitung berdasarkan pesawat kritis, daya dukung perkerasan, *ekuivalen annual departure* dan nilai CBR *subgrade* dengan langkah perhitungan:

1. Menghitung *Ekuivalen Annual Departure* pesawat kritis

Ketika pesawat yang beroperasi di suatu bandar udara terdiri dari berbagai jenis pesawat dengan berbagai tipe roda pendaratan dan berbagai variasi beban, efek pesawat tersebut terhadap perkerasan dihitung berdasarkan pesawat kritis atau dalam pesawat desain. Perhitungan *ekuivalen annual departure* dilakukan dengan

mengkonversi landing gear semua pesawat yang beroperasi ke pesawat kritis sesuai dengan Tabel 3. *Equivalent Annual Departures* pesawat kritis, dihitung dengan menggunakan persamaan 1.

$$\log R_1 = \log R_2 \times \left(\frac{W_2}{W_1}\right)^{1/2} \quad (1)$$

Dimana,

$R_1$  = Annual departures setara dengan pesawat kritis

$R_2$  = Annual departures yang dinyatakan dalam landing gear pesawat

$W_1$  = beban roda pesawat kritis

$W_2$  = beban roda pesawat rencana

Tabel 3 Faktor Konversi Konfigurasi Landing Gear Pesawat

No	Konversi dari	Konversi ke	Faktor Konversi
1	Single Wheel	Dual Wheel	0,8
2	Single Wheel	Dual Tandem	0,5
3	Dual Wheel	Dual Tandem	0,6
4	Double Dual Tandem	Dual Tandem	1,0
5	Dual Tandem	Single Wheel	2,0
6	Dual Tandem	Dual Wheel	1,7
7	Dual Wheel	Single Wheel	1,3
8	Double Dual Tandem	Dual Wheel	1,7

Sumber : Kementerian Perhubungan (2015)

### 2. Menghitung Nilai k Gabungan

Nilai k subgrade dapat dihitung dengan persamaan 2.

$$k = 28,6926 \times \text{CBR}^{0,7788} \quad (2)$$

Dalam perhitungan nilai PCN ini, nilai k yang digunakan adalah nilai k gabungan. Nilai k gabungan merupakan nilai modulus reaksi pada lapisan *subbase*, *base*, dan *stabilized base*. Rumus diatas tidak dapat digunakan untuk mendapatkan nilai k pada *Stabilized Base* untuk perkerasan *multilayer* sehingga untuk menentukan nilai k tersebut dilakukan modifikasi terhadap metode ini dengan bantuan program *Support Spreadsheet for COMFAA 3.0* (Gambar 3).

Ref. AC 150/5335-5C Appendix B Rigid Pavement Structure Items	Existing Rigid Pavement Layers	ENTER Existing Layer Thickness	Evaluation Layer Thickness	Improved k-value
Figure A2-7	P-401 Overlay(s)	0.0 in./2.5	0.0	0.0
Rigid Pavement Thickness	P-501	0.0 in.	0.0	0.0
ThirdPoint Flexural Strength	Flexural strength	0.0 psi	0.0	0.0
Figure A2-6, default maximum k-value = 500 lb/in <sup>3</sup> , (135.7 MN/m <sup>3</sup> ) OR input k-value if greater.	P-401 and/or P-403	0.0 in.	0.0	0.0
	P-306	0.0 in.	0.0	0.0
	P-304	0.0 in.	0.0	0.0
	P-209	0.0 in.	0.0	0.0
Combined Top and Bottom Figure A2-5.	P-208 and/or P-211	0.0 in.	0.0	0.0
	P-301	0.0 in.	0.0	0.0
	P-154	0.0 in.	0.0	0.0
COMFAA Inputs	Subgrade k-value	0.0 lb/in <sup>3</sup>	0.00	0.00

Gambar 3 Spreadsheet COMFAA

Sumber : U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (2014)

### 3. Menentukan flexural strength slab beton

*Flexural strength (Fs)* dihitung dengan Persamaan 3.

$$F_s = K \sqrt{f_c'} \quad (3)$$

Keterangan,

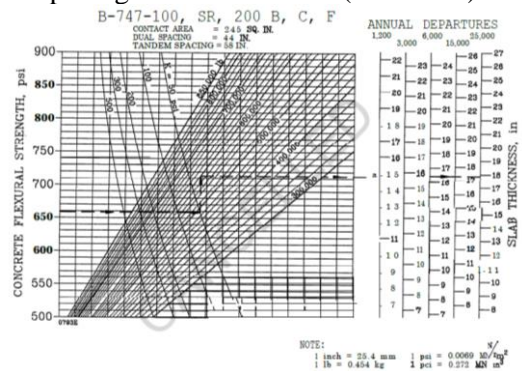
$F_s$  : Flexural strength

$K$  : Konstanta (nilai korelasi antara flexural strength dan kuat tekan)

$f_c'$  : Kuat tekan silinder beton

### 4. Menghitung Daya Dukung Perkerasan (P)

Perhitungan daya dukung perkerasan dilakukan dengan menggunakan kurva korelasi antara nilai k, *annual departure*, *flexural strength* slab beton, beban daya dukung dan tebal slab beton. Grafik dari metode ini tidak memfasilitasi untuk pesawat B777-300 ER, maka dapat digunakan grafik untuk pesawat B747-100, SR, 200 B, C, F dengan pertimbangan bahwa pesawat B747-200 B memiliki berat dan konfigurasi yang mirip dengan B777-300 ER. (Gambar 4)



Gambar 4 Kurva Korelasi antara nilai k, Annual Departure, Flexural Strength, Beban Daya Dukung dan Tebal Slab Beton

Sumber : Kementerian Perhubungan (2015)

### 5. Menghitung nilai PCN

Untuk menghitung nilai PCN digunakan persamaan 4.

$$PCN = ACN_{min} + (ACN_{maks} - ACN_{min}) \frac{P - P_{min}}{P_{maks} - P_{min}} \quad (4)$$

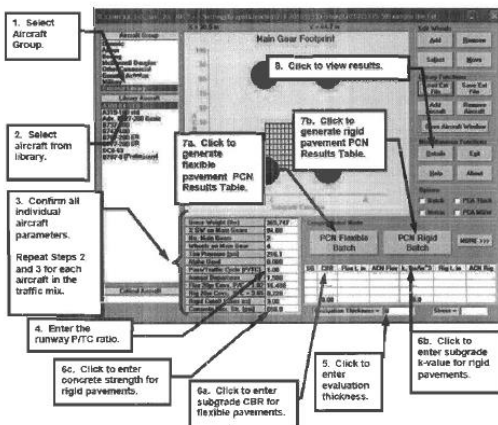
### PCN Metode FAA

Untuk memudahkan penggunaan sistem ACN-PCN, FAA mengembangkan aplikasi perangkat lunak yaitu COMFAA bersama dengan pendukungnya berupa *spreadsheet*. Langkah perhitungan PCN menggunakan *software* COMFAA secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Masukkan semua pesawat terbang yang beroperasi maupun yang direncanakan akan beroperasi pada *software* COMFAA;

2. Konfirmasi karakteristik pesawat yang beroperasi seperti beban, *annual departures*, *tyre pressure* dan lain-lain;
3. Masukkan tebal perkerasan equivalent hasil perhitungan dengan bantuan *spreadsheet* serta nilai kekuatan *subgrade*, CBR untuk perkerasan lentur dan K untuk perkerasan kaku;
4. Masukkan kekuatan slab beton jika perkerasan yang dievaluasi menggunakan perkerasan kaku;
5. Klik *PCN Batch Rigid*
6. Setelah program *running*, hasil perhitungan PCN dapat dilihat dengan mengklik Detail pada menu *Miscellaneous Function*.

Tahapan perhitungan nilai PCN dengan COMFAA dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Tahapan Perhitungan PCN dengan COMFAA

Sumber : Kementerian Perhubungan (2015)

**PCN Metode Analitik**

Setelah pengujian HWD dilakukan, berikutnya data lendutan yang diperoleh diolah dengan menggunakan program ELMOD sehingga didapatkan nilai modulus struktur perkerasan dan nilai PCN.

Langkah-langkah perhitungan dengan *Software Elmod* adalah sebagai berikut:

1. *Backcalculation* nilai modulus
2. Kalkulasi respon material berdasarkan parameter yang telah ditentukan untuk semua tipe pesawat dan konfigurasi roda
3. Kalkulasi nilai kerusakan berdasarkan *failure criteria* yang telah ditentukan
4. Kalkulasi *total damage* (Dt) dari seluruh *damage* yang diakibatkan oleh tiap pesawat
5. Kalkulasi nilai *Permissible Weight Multiplier* (WM)

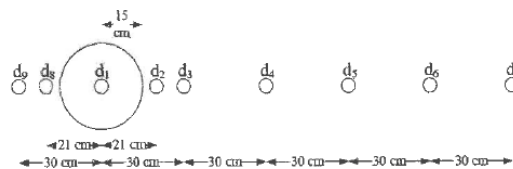
6. Pilih pesawat kritis dengan nilai WM terkecil
7. Kalkulasi nilai *Permissible Weight*  $W_p = W * WM$ , dimana W adalah nilai MTOW untuk pesawat kritis
8. Kalkulasi nilai ACN untuk berat  $W_p$  dengan metode interpolasi
9. Nilai ACN untuk berat  $W_p$  dilaporkan sebagai nilai PCN

**METODE PENELITIAN**

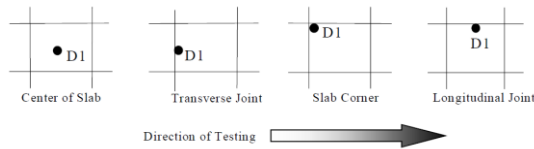
Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data seperti *master plan*, daya dukung tanah, lalu lintas pesawat rencana, struktur desain perkerasan *apron*, data lendutan hasil pengujian HWD, dan data PCN analitis by *Elmod program*.

Data pergerakan pesawat yang digunakan hanya berjumlah 8 tipe pesawat dikarenakan pada data pergerakan terdapat pesawat yang mengalami penurunan pergerakan drastis hingga diskontinu. Untuk perencanaan *apron* Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai akan digunakan oleh tipe pesawat A320-200, A330-300, ATR 72, B737-700, B738-800, B739-900ER, B777-300ER, B788-8 sebagai pesawat rencana. *Apron* ini direncanakan untuk 4 *parking stand narrow-body* namun secara struktur bisa melayani jenis pesawat terbesar yaitu tipe B777-300ER.

Pengujian HWD dilakukan selama 2 malam yaitu pada tanggal 13 Oktober 2020 dan 14 Oktober 2020 menggunakan alat yang terdiri dari sebuah palu (*hammer*) dengan berat 720 kg dijatuhkan secara bebas dari ketinggian 390 milimeter pada *loading plate* dengan diameter 400 mm yang ditempatkan di atas permukaan landasan. Beban *impuls* yang ditimbulkan akan mengakibatkan *peak stress* di bawah *loading plate* pada jarak tertentu yaitu sejauh 0 mm, 200 mm, 300 mm, 800 mm, 1200 mm, 1600 mm, 2000 mm dari pusat beban, diukur besarnya respons lendutan yang terjadi dengan menggunakan *deflectometer* (Gambar 7). Titik lokasi pengujian HWD dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 6 Letak Geophone



Gambar 7 Titik Pengujian Area Apron

Dalam penelitian ini dihitung nilai PCN apron secara manual dengan metode klasik kemudian membandingkan dengan nilai PCN hasil software Elmod dan nilai PCN metode FAA.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Metode FAA**

1. Data CBR

Dari hasil pengujian CBR Laboratorium diambil nilai CBR rencana 8%.

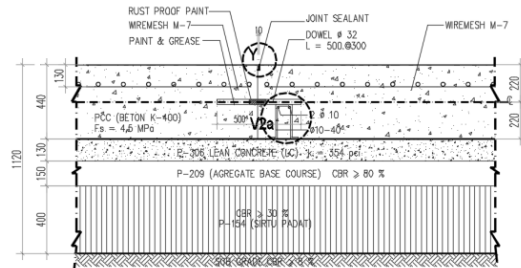
2. Material Lapisan Perkerasan Rigid Apron

Data material lapis perkerasan rigid apron dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 9.

Tabel 4 Data Material

Layer Tipe	FAA spesification Item	Tebal
PCC Surface	P-501 Portland Cement Concrete K-400	44 cm
Stabilized Base	P-306 Lean Concrete K-100	13 cm
Base	P-209 Agregate Base Course CBR ≥ 80%	15 cm
Subbase	P-154 Sirtu CBR ≥ 30%	40 cm
Subgrade	CBR ≥ 8%	-

Sumber : Angkasa Pura I (2019)

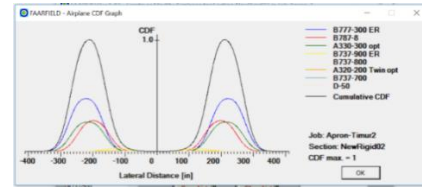


Gambar 8 Detail Lapisan Struktur Rigid Apron  
Sumber : Angkasa Pura I (2019)

3. Lalu Lintas Pesawat

Untuk perencanaan apron digunakan tipe pesawat A320-200, A330-300, ATR 72, B737-700, B738-800, B739-900ER, B777-300ER, B788-8 sebagai pesawat rencana. Sesuai dari hasil rapat koordinasi untuk efisiensi hasil perencanaan, annual departure pesawat B777-300ER dibuat sebanyak 72 pertahun. Dari grafik Cumulative Damage Factor (CDF) (Gambar 10), dapat diketahui bahwa penyebab kerusakan perkerasan

terbesar adalah pesawat type B777-300 ER 69% kemudian pesawat A330 dan pesawat B-788 dengan CDF masing-masing sebesar 14% dan 17% tipe pesawat lainnya dengan ketebalan plat beton K400 sesuai desain tidak berkontribusi sebagai penyebab kerusakan sama sekali.



Gambar 9 Grafik CDF  
Sumber : Angkasa Pura I (2019)

4. Nilai PCN Metode FAA

Dari hasil running program COMFAA yang digunakan dalam perencanaan didapat nilai PCN untuk perkerasan rigid apron timur adalah PCN 114/R/B. Adapun nilai ACN dari pesawat B777-300 ER adalah 85,7/R/B. Jadi nilai PCN Metode FAA yaitu PCN 114/R/B/X/T.

**Metode Klasik**

1. Equivalent Annual Departure

Sesuai dengan data perencanaan dan perhitungan yang telah dilakukan, equivalent annual departures didapat 2091 dengan pesawat B777-300 ER merupakan pesawat kritis pada apron timur.

2. Menghitung nilai k gabungan

Sesuai dengan data perencanaan, nilai CBR subgrade didapat 8%. Nilai k subgrade dihitung menggunakan persamaan 2 sehingga mendapatkan hasil 144,9 pci untuk nilai k subgrade. Setelah mendapatkan nilai k subgrade, kemudian nilai k subgrade serta ketebalan masing-masing layer perkerasan diinput ke dalam program support spreadsheet COMFAA dan didapat nilai k gabungan yaitu 363 pci. Detail input data pada program support spreadsheet COMFAA dapat dilihat pada Gambar 11.

Ref. AC 150/5335-5C Appendix B Rigid Pavement Structure Items	Existing Rigid Pavement Layers	ENTER Existing Layer Thickness	Evaluation Layer Thickness	Improved k-value
Figure A2-7	P-401 Overlay(s)	0.0 in./2.5	9.0	Overlay to P-501, 2.5 to 1 Foundation k= Maximum k- Below or Input k
Rigid Pavement Thickness	P-501	17.3 in.	17.3	
ThirdPoint Flexural Strength	Flexural strength	650.0 psi		
Figure A2-5, default maximum k-value = 500 lb/in <sup>3</sup> , (135.7 MN/m <sup>3</sup> ) OR input k-value if greater.	P-401 and/or P-403	0.0 in.	9.0	363
	P-306	5.0 in.	9.0	
	P-304	0.0 in.	9.0	
	P-209	6.0 in.	9.0	320
Combined Top and Bottom Figure A2-5.	P-208 and/or P-211	0.0 in.	15.7	283
	P-301	0.0 in.		
	P-154	15.7 in.		
<b>COMFAA Inputs</b>	Subgrade k-value	144.9 lb/in <sup>3</sup>	44.00	<b>363.00</b>

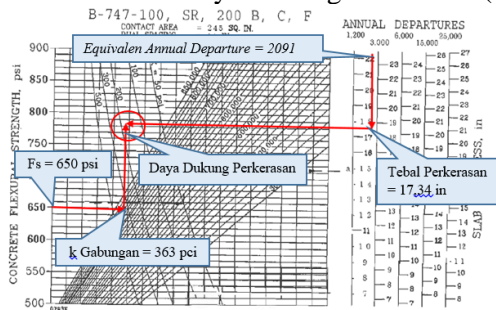
Gambar 10 Input Data Spreadsheet COMFAA

Sesuai dengan ketentuan pada Tabel 1 maka nilai  $k = 363$  pci termasuk kedalam kategori *subgrade Medium* dengan kode B.

3. Menentukan *flexural strength slab* beton

Sesuai dengan data perencanaan, nilai *flexural strength slab* beton digunakan 650 Psi atau 4,5 MPa.

4. Menentukan Daya Dukung Perkerasan (P)



Gambar 11 Kurva Korelasi antara nilai  $k$ , Annual Departure, Flexural Strength, Daya Dukung dan Tebal Slab Beton

Sesuai dengan Gambar 12, pada kurva tersebut dapat dilihat bahwa daya dukung perkerasan melebihi 850000 lb, namun karena dalam kurva 850000 lb merupakan nilai tertinggi, maka digunakan 850000 lb sebagai daya dukung perkerasan.

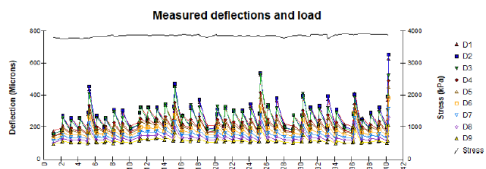
5. Nilai PCN Metode Klasik

Berdasarkan perhitungan dengan persamaan 4, nilai PCN apron timur yang dihitung dengan metode klasik adalah PCN 92/R/B/X/T.

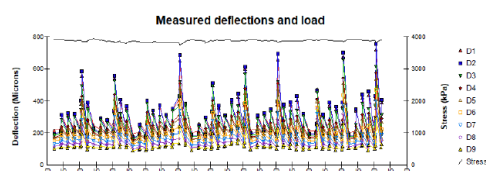
Metode Analitik

Nilai PCN metode analitik diperoleh dari analisis menggunakan *software* Elmod. Data yang diinput merupakan hasil dari pengujian *Heavy Weight Deflectometer (HWD)* yang dilakukan pada *apron*. (PT. LAPI ITB, 2020)

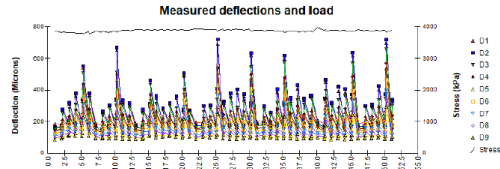
1. Data lendutan hasil HWD



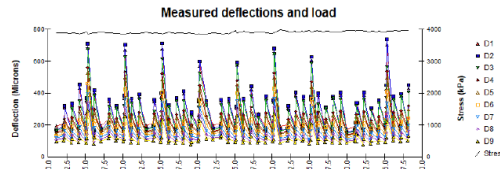
Gambar 12 Lendutan PS 28



Gambar 13 Lendutan PS 29



Gambar 14 Lendutan PS 30



Gambar 15 Lendutan PS 31

2. Kesimpulan nilai PCN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, berikut usulan nilai PCN untuk setiap *parking stand* di *apron* Timur Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali:

- Perwakilan Nilai PCN pada *parking stand* 28 adalah 98/R/B/X/T
- Perwakilan Nilai PCN pada *parking stand* 29 adalah 99/R/B/X/T
- Perwakilan Nilai PCN pada *parking stand* 30 adalah 149/R/B/X/T
- Perwakilan Nilai PCN pada *parking stand* 31 adalah 144/R/B/X/T

Sesuai dengan prinsip dasar dalam penentuan PCN, nilai PCN yang diusulkan adalah 98/R/B/X/T.

Analisis Perbandingan

Tabel 5 Perbandingan Nilai PCN Antar Metode

Metode Perhitungan	Nilai PCN
Data Perencanaan (Metode FAA)	114/R/B/X/T
Metode Klasik	92/R/B/X/T
Metode Analitik (Pengujian HWD)	98/R/B/X/T

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan hasil seperti Tabel 6. Artinya nilai PCN yang didapat pada setiap metode sudah lebih besar dari nilai ACN. R menyatakan jenis perkerasan tersebut adalah perkerasan kaku. B menyatakan kategori daya dukung subgrade termasuk dalam kategori medium. X menyatakan tekanan ijin roda pesawat termasuk dalam kategori medium. T menyatakan metode evaluasi yang digunakan adalah perhitungan analitis.

Nilai PCN hasil perhitungan dengan metode FAA (perencanaan), metode klasik, dan metode analitik (hasil evaluasi) menghasilkan nilai PCN yang berbeda dan nilai metode klasik menghasilkan nilai PCN

yang paling rendah. Variabel yang dapat mempengaruhi perbedaan nilai PCN antar metode yaitu dalam perhitungan nilai PCN metode FAA dan klasik lebih mendasarkan pada besaran nilai CBR lapangan yang diuji sedangkan hasil perhitungan metode analitik didasarkan pada nilai *real* hasil pembacaan *deflection bowl* akibat response daya dukung lapis keras dengan nilai modulus elastisitas yang berbeda. Selain itu variabel lainnya yaitu grafik untuk tipe pesawat kritis yaitu tipe Boeing 777-300ER yang tidak tersedia dalam KP 93 Tahun 2015 dan pembacaan grafik tanpa skala yang tidak dapat dibuktikan ketelitiannya sehingga dapat mempengaruhi nilai PCN dengan metode klasik. Namun secara keseluruhan hasil perhitungan dengan ketiga metode tersebut menunjukkan nilai dimana *apron* mampu mendukung beban pesawat B777-300 ER.

## SIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka didapat beberapa simpulan antara lain:

1. Nilai PCN *apron* yang dianalisis dengan metode FAA adalah PCN 114/R/B/X/T.
2. Nilai PCN *apron* yang dianalisis dengan metode klasik adalah PCN 92/R/B/X/T.
3. Nilai PCN *apron* yang dianalisis dengan metode analitik adalah PCN 98/R/B/X/T.
4. Perbandingan dari ketiga metode tersebut, disimpulkan bahwa nilai PCN yang dihitung dengan metode yang berbeda akan menghasilkan nilai PCN yang juga berbeda. Secara keseluruhan hasil perhitungan dengan ketiga metode tersebut menunjukkan nilai dimana *apron* mampu mendukung beban pesawat B777-300ER.

## DAFTAR PUSTAKA

- Angkasa Pura I. 2019. *Rencana Teknik Terinci (RTT) Perluasan Apron Timur Tahap II dan Pembuatan Gedung Substation PKP-PK Beserta Fasilitas Pendukung di Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali*.
- Basuki, H. 2008. Merancang Dan Merencana Lapangan Terbang. In *Alumni*.
- Dynatest. 2013. *ELMOD 6 Quick Start Manual*.
- Kementerian Perhubungan. 2015. *Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: KP 93 Tahun 2015 Tentang*

*Pedoman Perhitungan PCN (Pavement Classification Number) Perkerasan Prasarana Bandar Udara*.

- Kementerian Perhubungan. 2019. *Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor 326 Tahun 2019 Tentang Standar Teknis Dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil-Bagian 139 (Manual Of Standard CASR-Part 139) Volume I Bandar Udara (Aerodrome)*.
- Mawardi, Majid, S.A., Suharno, H. 2019. *Value of Halim Perdanakusuma Airport Pavement Classification Number (PCN) Runway with ELMOD 6 Application*.
- Mulyono, A.T. 2005. Analisis Daya Dukung Perkerasan Runway Dendan Pengujian HWD (Studi Kasus : Bandara Syamsudin Noor-Banjarmasin). *Media Teknik*, .
- PT. LAPI ITB. 2020. *Laporan Hasil Analisis dan Evaluasi Nilai PCN (Pavement Classification Number) Apron Timur Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali*.
- Putra, A.D. 2010. *Kajian Nilai Pcn Runway Berdasar Metode Analitik Dan Metode Teoritik di Bandara H. Asan Sampit*.
- U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration. 2014. Advisory Circular, AC No. 150/5335-5C Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength - PCN.
- U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration. 2016. Advisory Circular, AC 150/5320-6F Airport Pavement Design and Evaluation.