

Analisa Perkerasan Bandar Udara Menggunakan Metode ACN-PCN dan CBR (Studi Kasus Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara Bandung)

Muhammad Fakhuriza Pradana¹, Dwi Esti Intari², Faisal Ahmad Akbar³

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

³Alumni Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Email: mfakhuriza@untirta.ac.id

ABSTRAK

Sehubungan dengan meningkatnya pelayanan pesawat untuk jarak jauh serta seiring optimalisasi dan pengembangan bandar udara Husein Sastranegara, diperlukan evaluasi sisi operasional kondisi perkerasan bandar udara tersebut, maka penelitian ini akan menganalisa nilai PCN bandar udara Husein Sastranegara dengan ACN relatif pada *Boeing 787-9 dreamliner* sebagai pesawat rencana, serta menganalisa ketebalan lapis perkerasan dengan metode *california bearing ratio* (CBR) menggunakan pesawat rencana *Boeing 787-9 dreamliner*.

Penelitian ini bertujuan mengetahui kelayakan dan optimalitas operasional ACN pesawat *Boeing 787-9 dreamliner* terhadap PCN bandara Husein Sastranegara dan mengetahui kelayakan ketebalan perkerasan bandara Husein Sastranegara terhadap ketebalan perkerasan untuk pesawat *Boeing 787-9 dreamliner*. Penelitian ini menggunakan metode ACN-PCN dan CBR dengan pesawat rencana Boeing 787-9 dreamliner.

Nilai ACN yang dihasilkan pada komputasi software COMFAA adalah 85,3/F/C/X dan nilai ACN dari tabel pesawat terbang adalah 87/F/C/X. Nilai PCN bandara Husein Sastranegara Bandung adalah 50/F/C/X/T. Bandar udara Husein Sastranegara Bandung belum layak menampung pesawat *Boeing 787-9 dreamliner* dan harus meningkatkan nilai PCN sebesar 87/F/C/X untuk dapat mengoptimalkan pesawat *Boeing 787-9 dreamliner*. Tebal perkerasan total yang dibutuhkan pesawat Boeing 787-9 dreamliner adalah sebesar 127 cm. Tebal perkerasan eksisting yang ada di bandar udara Husein Sastranegara Bandung adalah 100 cm. Bandar udara Husein Sastranegara Bandung belum layak menampung pesawat *Boeing 787-9 dreamliner* dan harus overlay 27 cm untuk dapat menampung pesawat *Boeing 787-9 dreamliner*.

Kata kunci: ACN-PCN, Perkerasan, CBR, COMFAA

ABSTRACT

In connection with the increase of air services for long journey as well as the optimization and development of Husein Sastranegara Airport, evaluation of the operational side of the aerodrome pavement conditions, this study will analyze the value of Husein Sastranegara Airport's PCN with ACN relative for Boeing 787-9 Dreamliner as the best plans, as well as analyzing the thickness of the pavement with the california bearing ratio (CBR) method using Boeing 787-9 Dreamliner aircraft plan .

This study aims to determine the feasibility and optimality ACN operational Boeing 787-9 Dreamliner to the PCN airport Husein Sastranegara and determine the feasibility of Husein Sastranegara airport pavement thickness to the thickness of the pavement for the Boeing 787-9 Dreamliner. This study uses the ACN-PCN and CBR with a plan Boeing 787-9 Dreamliner aircraft. ACN value generated from computing software COMFAA is 85.3/F/C/X and the value of the table ACN aircraft is 87/F/C/X. Value of Bandung Husein Sastranegara airport's PCN is 50/F/C/X/T.

Husein Sastranegara airport is not feasible to accommodate a Boeing 787-9 Dreamliners and should increase the value of PCN 87/F/C/X in order to optimize the Boeing 787-9 Dreamliner. Total pavement thickness required for Boeing 787-9 Dreamliner is equal to 127 cm. Thickness of the existing pavement in Bandung Husein Sastranegara airport is 100 cm. Husein Sastranegara airport is not feasible to accommodate a Boeing 787-9 Dreamliners and should overlay it thickness 27 cm to accommodate the Boeing 787-9 Dreamliner.

Keywords: ACN-PCN, Pavement, CBR, COMFAA

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Provinsi Jawa Barat memiliki interaksi yang tinggi dengan wilayah domestik maupun mancanegara. Tingkat interaksi yang tinggi yang diiringi dengan semakin berkembangnya aspek perekonomian, sosial, dan budaya belakangan ini, menjadikan sarana transportasi sebagai salah satu hal yang harus diperhatikan secara khusus dan menyeluruh. Sarana transportasi ini berfungsi sebagai penghubung antara Jabar dengan wilayah lain. Karena interaksi yang terjadi tidak hanya bersifat domestik tetapi juga internasional, maka sarana transportasi yang paling efektif adalah melalui transportasi (perhubungan) udara.

Bandar Udara Husein Sastranegara adalah salah satu bandar udara *enclave civil* yang dioperasikan bersama oleh PT Angkasa Pura II dan TNI AU yang berada di ibu kota Provinsi Jawa Barat, Kota Bandung. Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara mempunyai satu landasan pacu tunggal enam landasan hubung (A, B, C, D, E, F) dimana landasan hubung A dan B merupakan landasan hubung untuk pesawat militer, landasan hubung C dan D untuk pesawat komersil, dan landasan hubung E dan F untuk pesawat kecil seperti Cessna dan sebagainya. Permintaan terhadap transportasi udara dari dan menuju Bandung dan sekitarnya yang semakin meningkat berpengaruh terhadap frekuensi penerbangan yang dilakukan pada bandara ini, selain beberapa fasilitas yang belum memadai.

Sehubungan dengan meningkatnya pelayanan dan utilitas pesawat untuk jarak jauh, serta tingkat beban per-roda pada pesawat semakin menunjukkan tren yang meningkat dan seiring optimalisasi dan pengembangan bandar udara Husein Sastranegara, diperlukan evaluasi sisi operasional kondisi perkerasan bandar udara

tersebut, maka penelitian ini akan menganalisa nilai PCN bandar udara Husein Sastranegara dengan ACN relatif pada *Boeing 787-9 dreamliner* sebagai pesawat rencana, serta menganalisa ketebalan lapis perkerasan dengan metode *california bearing ratio* (CBR) menggunakan pesawat rencana *Boeing 787-9 dreamliner*. Diharapkan bandara ini bisa menjadi bandara dengan kemampuan melayani penerbangan pesawat jenis besar untuk menampung permintaan (*demand*) yang ada serta memperhatikan keamanan dan kenyamanan pengguna jasa penerbangan ini.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan tersebut diatas, maka penulis merumuskan:

1. Berapa besar optimalitas operasional ACN pesawat *Boeing 787-9 dreamliner* terhadap nilai PCN bandara Husein Sastranegara
2. Berapa ketebalan lapis perkerasan yang dibutuhkan oleh pesawat *Boeing 787-9 dreamliner* menggunakan metode *california bearing ratio* (CBR).

1.3. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kecamatan Cicendo, Kota Bandung Provinsi Jawa barat, tepatnya di Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara Bandung.

1.4. Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini memiliki tujuan yang ingin dicapai yaitu:

1. Mengetahui kelayakan dan optimalitas operasional ACN pesawat *Boeing 787-9 dreamliner* terhadap PCN bandara Husein Sastranegara.
2. Mengetahui kelayakan ketebalan perkerasan bandara Husein Sastranegara

terhadap ketebalan perkerasan untuk pesawat *Boeing 787-9 dreamliner*.

1.5. Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini mempunyai ruang lingkup dan batasan penelitian, diantaranya:

1. Menganalisa nilai ACN pesawat rencana terhadap nilai PCN perkerasan eksisting yang dimiliki bandara Husein Sastranegara dengan menggunakan metode ACN/PCN.
2. Menganalisa tebal lapis perkerasan pesawat rencana terhadap tebal lapisan perkerasan eksisting yang dimiliki bandara Husein Sastranegara dengan menggunakan metode *california bearing ratio* (CBR).
3. Penelitian ini menggunakan nilai PCN eksisting bandar udara, dan tidak melakukan uji *High Wight Deflection* (HWD) dan *California Bearing Ratio* (CBR) pada perkerasan bandar udara.
4. Tidak membahas analisa biaya atau estimasi biaya
5. Drainase perkerasan tidak dibahas pada penelitian ini.
6. Tidak me *re-design* struktur perkerasan

2. Landasan Teori

2.1. Metode ACN-PCN

Pada tahun 1977, *International Civil Aviation Organization* (ICAO) membentuk tim untuk mengembangkan metode untuk menjabarkan kekuatan suatu perkerasan, yaitu dengan mengembangkan metode *Aircraft Classification Number – Pavement Classification Number* (ACN-PCN). Metode ini memungkinkan untuk menjelaskan dengan mudah pengaruh pesawat terbang pada sebuah perkerasan yang berbeda beda dengan penomoran yang bervariasi sesuai dengan berat pesawat dan konfigurasinya, jenis perkerasan, dan kekuatan tanah dasar. Dalam hal ini disebut sebagai ACN. Sebaliknya, daya dukung suatu perkerasan dapat dinyatakan dengan penomoran yang bervariasi, tanpa menentukan jenis pesawat tertentu atau informasi rinci tentang struktur perkerasan. Pengertian ini disebut sebagai PCN

Metode ACN/PCN memiliki sistem yang terstruktur sehingga dapat mendukung suatu perkerasan dengan nilai PCN tertentu, tanpa pembatasan bobot pada pesawat yang memiliki

nilai ACN sama dengan atau kurang dari nilai PCN pada suatu perkerasan.

Nilai PCN maupun ACN sangat penting untuk mengetahui kinerja perkerasan terhadap pesawat yang beroperasi, metode ini disebut Metode PCN/ACN. ICAO telah merekomendasikan metode ini untuk dalam mengevaluasi kekuatan landas pacu terhadap pesawat yang beroperasi (*Aerodrome Manual Design Part I, ICAO*). Dalam sebuah perkerasan bandar udara, baik *flexible pavement* maupun *rigid pavement*, nilai ACN tidak boleh melebihi nilai PCN yang ada.

$$ACN \leq PCN$$

Penggunaan metode ACN/PCN hanya berlaku untuk pesawat dengan *All-up Mass* lebih dari 12.500 lbs atau 5.700 kg. Sedangkan untuk permukaan pavement yang hanya bisa dipakai oleh pesawat dengan berat kurang dari 12500 lbs/5700 kg maka bentuknya adalah hanya: *Maximum allowable aircraft mass* dan *Maximum allowable tire pressure*

Kode PCN terdiri dari 5 kode;

1. Kode pertama adalah angka nilai yang ditetapkan untuk menentukan kekuatan *pavement*
2. Kode kedua adalah tipe *pavement*
R – *Rigid* (kaku)
F – *Flexible* (Lentur)
3. Kode ketiga adalah kekuatan lapisan di bawah pavement (*subgrade*)
A – *High Strength, CBR 15*
B – *Medium Strength, CBR 10*
C – *Low Strength, CBR 6*
D – *Ultra Low Strength, CBR 3*
4. Kode keempat adalah maksimum tekanan ban pesawat yang bisa diterima oleh *pavement*
W – *No preassure limit*
X – *High, limited to 1,75Mpa (254psi)*
Y – *Medium, limited to 1,25Mpa (181psi)*
Z – *Low, limited to 0,50Mpa (73psi)*
5. Kode kelima adalah cara perhitungan nilai PCN
T – *Technical Evaluation*
U – *Using Aircraft Experience*

2.2. Software COMFAA untuk Metode ACN-PCN

Untuk memudahkan penggunaan sistem ACN/PCN, FAA mengembangkan aplikasi

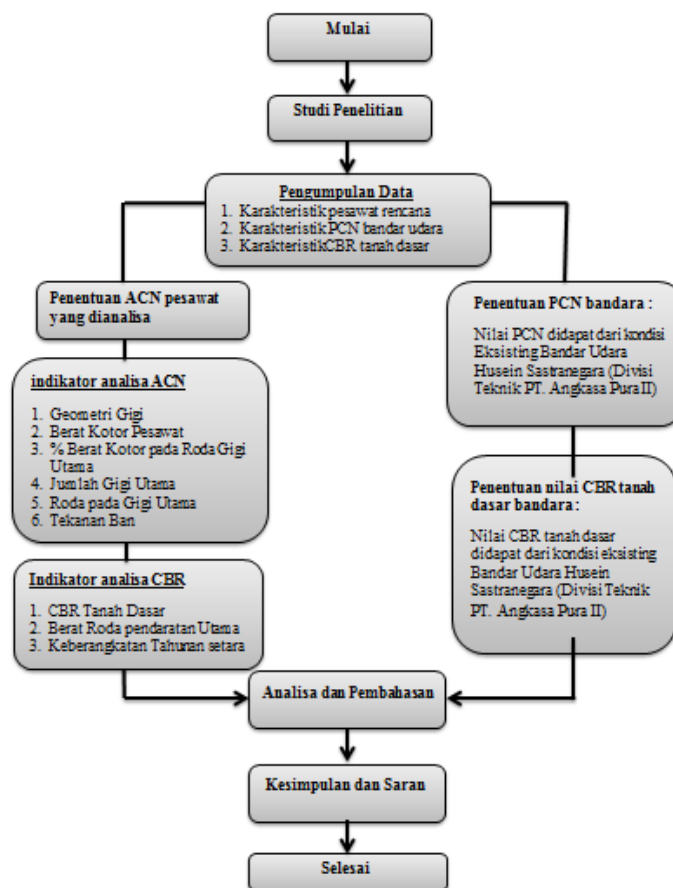
perangkat lunak yang menghitung nilai ACN menggunakan prosedur dan kondisi yang ditentukan oleh ICAO. Perangkat lunak ini disebut COMFAA. Program ini berguna untuk menentukan nilai ACN dalam berbagai kondisi apapun.

2.3. Metode California Bearing Ratio (CBR)

Struktur perkerasan direncanakan menggunakan perkerasan lentur. Metode desain struktur perkerasan lentur dilakukan dengan menggunakan metode CBR. Metode CBR yang umum dikenal adalah metode U.S.

3. Metodologi Penelitian

Army Corps of Engineers (USACE). Prinsip dasar dari metode CBR adalah menyediakan tebal lapisan perkerasan yang sesuai dengan kualitas bahan yang digunakan untuk melindungi lapisan di bawahnya dari kerusakan alur (deformasi plastis) selama masa layan perkerasan yang umumnya ditetapkan 20 tahun. Evaluasi perkerasan fleksibel untuk pesawat yang beratnya lebih dari 30.000 lbs, membutuhkan data: jenis roda pendaratan, nilai kekuatan tanah dasar (CBR) dan tingkat *annual departure*.



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

4. Analisa dan Pembahasan

4.1. Menghitung nilai ACN pesawat melalui software COMFAA

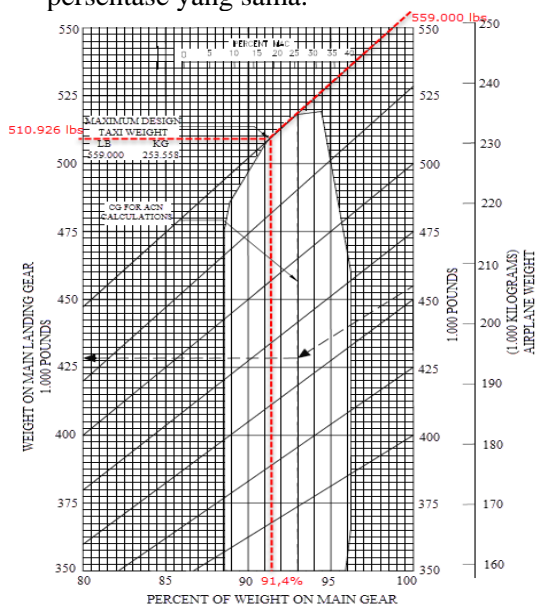
Pada software COMFAA beberapa indikator yang perlu disesuaikan pada spesifikasi teknis pesawat antara lain *Gross Weight*, *%GW on Main Gears* dan *Tire Pressure*.

a. COMFAA menggunakan satuan pound/lbs dalam penentuan *gross weight*. *Gross Weight* pada pesawat rencana ditentukan

sebesar 253.558 kg (MRW) untuk menentukan ACNmax dan 110.676 kg (OEW) untuk menentukan ACNmin.

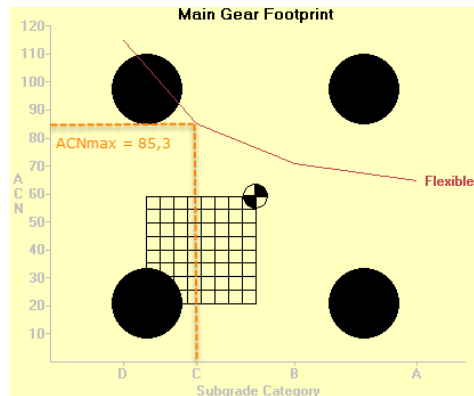
b. *%GW on Main Gears* pesawat rencana dapat dilihat pada gambar 3. sebesar 91,4% dengan cara melihat MRW pada ordinat paling kanan sebesar 253.558 kg atau 559.000 lbs lalu di tarik garis arah kiri hingga bertemu point CG lalu di tarik garis arah bawah hingga didapat persentase

sebesar 91,4% atau sebesar 231.752 kg atau 510.926 lbs pada main landing gear dari total bobot pesawat. Karena mengacu pada CG untuk menghitung ACN maka untuk bobot 110.676 kg juga di pakai persentase yang sama.



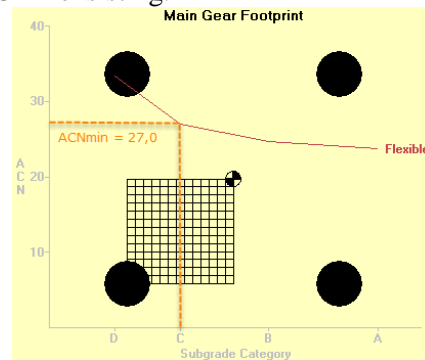
Gambar 2. Grafik penentuan persentase gross weight on main gear

- c. Kemudian input nilai persentase *GW On Main Gears* sebesar 91,4% dan *Gross Weight* sebesar 559.000 lbs ke dalam software COMFAA.
- d. Standar operasional *tire pressure* pada *main gear* pesawat jenis boeing 787-9 dreamliner adalah sebesar 224 psi.
- e. Pada *Computational Modes* pilih ACN dan *Flexible* untuk mengetahui nilai ACN pesawat jenis B787-9 dreamliner.
- f. Setelah itu output dari software COMFAA dapat dilihat dalam gambar 4 dan tabel 1 untuk ACNmax, dan gambar 5 dan tabel 2 untuk ACNmin, perlu di perhatikan dari output tersebut dengan mencocokkannya dengan nilai CBR pada PCN eksisting bandar udara Husein Sastranegara Bandung untuk kelas C sebesar 6%.



Gambar 3. Grafik output ACN maksimum B787-9 COMFAA

- g. Didapat nilai ACNmax sebesar 85,3 untuk tipe pesawat Boeing 787-9 dreamliner pada nilai CBR subgrade category kelas C sebesar 6% yang disesuaikan dengan nilai CBR eksisting.



Gambar 4. Grafik output ACN minimum B787-9 COMFAA

- h. Didapat nilai ACNmin sebesar 27,0 untuk tipe pesawat Boeing 787-9 dreamliner pada nilai CBR subgrade category kelas C sebesar 6% yang disesuaikan dengan nilai CBR eksisting.

Tabel 1. Output ACN maksimum B787-9 COMFAA

Subgrade	CBR (%)	ACN Fleksibel
D	3	115,0
C	6	85,3
B	10	71,0
A	15	64,7

Sumber: Analisa COMFAA, 2016

Tabel 2. Output ACN minimum B787-9 COMFAA

Subgrade	CBR (%)	ACN Fleksibel
D	3	33,5
C	6	27,0
B	10	24,7
A	15	23,7

Sumber: Analisa COMFAA, 2016

i. Tabel di atas merupakan nilai ACN_{max} dan ACN_{min} untuk semua kelas nilai CBR *subgrade category*. Bandara Husein Sastranegara mempunyai CBR *subgrade category* kelas C sehingga ACN_{max} yang dibutuhkan oleh pesawat B787-9 *dreamliner* adalah sebesar 85,3 dan ACN_{min} yang dibutuhkan adalah 27,0.

4.2. Menghitung ACN Pesawat melalui Tabel ACN Pesawat Terbang

Metode lain yang ditetapkan ICAO dalam menentukan nilai ACN adalah dengan melihat tabel yang diterbitkan oleh produsen pesawat terbang. Metode ini memiliki perbedaan antara lain pada tabel ACN nilai MTOW terbatas pada berat pesawat saat pertama kali dirancang, sehingga aktualitas nilai MTOW dapat terbatas dengan nilai MTOW pesawat yang sudah beroperasi saat ini.

Tabel 3. Nilai ACN Pesawat

Pesawat	MRW/OEW	Tekanan Ban (Mpa)	ACN Fleksibel			
			High _{CBR} A (15%)	Medium _{CBR} B (10%)	Low _{CBR} C (6%)	Ultra Low _{CBR} D (3%)
B787-9	253.558	1,54	66	73	87	117
	110.676		24	25	27	34

Sumber: Analisis, 2016

Pesawat jenis *Boeing 787-9 dreamliner* mempunyai kategori *heavy*, sehingga termasuk dalam kategori X. Sebagai pembandingan dari kedua metode, berikut tabulasi hasil dari kedua metode yaitu komputasi komputer melalui *software COMFAA* dan penunjukan tabel.

Tabel 4. Tabulasi nilai ACN dari kedua metode

Pesawat	Komputasi COMFAA		Tabel ACN	
	ACNm ax	ACNm in	ACNm ax	ACNm in
B787-9 <i>dreamliner</i>	85,3	27	87	27

Sumber: Analisis, 2016

4.3. Metode California Bearing Ratio (CBR)

Menurut *Annex 14 Volume 1* yang membahas tentang *Aerodrome*, menyatakan bahwa evaluasi perkerasan fleksibel bagi pesawat yang beratnya lebih dari 30.000 lbs, membutuhkan data-data yang berkaitan dengan perkerasan eksisting bandar udara dan

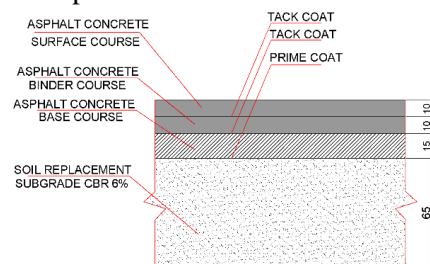
juga karakteristik pesawat, baik pesawat rencana dan juga pesawat yang direncanakan. Data – data yang berkaitan dengan perkerasan eksisting bandar udara, antara lain: nilai kekuatan tanah dasar (CBR), dan tingkat *annual departure*. Sedangkan data-data yang berkaitan dengan karakteristik pesawat adalah: *Tire Pressure, Maximum Take off Weight, Wheel Load, Type* rodapendaratan pesawat, *Equivalent Annual Departure* terhadap pesawat rencana.

1. Data yang berkaitan dengan perkerasan eksisting bandar udara

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, data – data yang berkaitan dengan perkerasan eksisting bandar udara, antara lain: nilai kekuatan tanah dasar (CBR), serta tingkat *annual departure*. Data-data tersebut diperoleh dari pihak bandar udara Husein Sastranegara Bandung, nilai data-data tersebut adalah sebagai berikut:

a. kekuatan tanah dasar (CBR tanah) yang terdapat di bandara Husein Sastranegara adalah 6% dengan tebal total perkerasan 100 cm atau 39,3 inchi seperti yang terlihat pada gambar 6.

b. Tingkat *annual departure* adalah tingkat keberangkatan pesawat tahunan, nilai tingkat keberangkatan pesawat tahunan ini merupakan jumlah keberangkatan pesawat tahunan yang beroperasi di bandar udara Husein Sastranegara Bandung. Dapat dilihat pada tabel 5.



Gambar 5. Detail Perkerasan Bandar Udara Husein Sastranegara

Sumber: PT Angkasa Pura II, 2016

Tabel 5. Data Jenis Pesawat & Susunan Roda

No.	Tipe pesawat	Wheel Arrangement	MTOW (kg)	Jumlah Roda Sumbu Utama	Forecast annual departure
1	ATR-72	D	22.500	4	1.318
2	B737-300	D	61.230	4	955
3	B737-500	D	64.560	4	988
4	B737-800	D	70.535	4	5.815
5	A319	D	64.000	4	284
6	A320	D	73.500	4	4.952
7	B787-9	DT	254.011	8	1.000

2. Data yang berkaitan dengan karakteristik pesawat

Data-data yang berkaitan dengan karakteristik pesawat adalah *Tire Pressure, Maximum Take off Weight, Wheel Load, Type* roda pendaratan pesawat, *Equivalent Annual Departure* terhadap pesawat rencana. Pesawat rencana yang akan digunakan sebagai analisis perkerasan pada bandar udara Husein Sastranegara adalah *Boeing 787-9 dreamliner* dengan karakteristik pesawat sebagai berikut:

a. *Tire Pressure*

Tire Pressure adalah kuatnya tekanan yang di sebabkan oleh ban pesawat, nilai *tire pressure* dapat dilihat dari definisi pesawat yang akan di rencanakan, nilai *tire pressure* untuk jenis pesawat Boeing 787-9 adalah 1,54 Mpa

b. *Maximum Take Off Weight*

Maximum Take Off Weight merupakan berat lepas landas pesawat, berat maksimum lepas landas pesawat *Boeing 787-9 dreamliner* dapat dilihat pada tabel 9. pada tabel tersebut nilai berat lepas landas maksimum pesawat *Boeing 787-9 dreamliner* adalah sebesar 252.651 Kg atau sebesar 559.000 lbs

c. *Wheel Load* Pesawat

Wheel Load adalah Beban roda dari tiap-tiap jenis pesawat, berat *wheel load* sendiri biasanya tergantung terhadap jenis konfigurasi roda dari pesawat masing-masing. *Wheel load* dihitung dengan menganggap 95 % ditumpu oleh roda pendaratan utama, pesawat *Boeing 787-9 dreamliner* mempunyai roda pendaratan utama sebanyak 8 buah, sehingga berat *wheel load pesawat rencana* (W1), didapat:

$$559.000 \text{ lbs} \times 0,95 \times \frac{1}{8} = 66.381 \text{ lbs}$$

Kemudian mencari nilai *wheel load* pesawat lainnya (W2)

Contoh Perhitungan berat *Wheel Load Pesawat* untuk pesawat B737-800

$$155.503 \text{ lbs} \times 0,95 \times \frac{1}{4} = 36.932 \text{ lbs}$$

d. Tipe roda pendaratan pesawat

Tipe roda pendaratan pesawat *Boeing 787-9 dreamliner* adalah *Double Dual Tandem* (dapat dilihat pada tabel 4 Data jenis dan susunan roda). Nilai berat pesawat harus di konversikan terlebih dahulu kesusunan

roda *Dual Wheel*, dipilih dikonversikan kesusunan roda *Dual Wheel* karena sebagian besar pesawat yang beroperasi pada bandar udara Husein Sastranegara adalah pesawat dengan susunan roda *Dual Wheel*, Konversi susunan roda dari *Dual Tandem* menjadi *Dual Wheel* dengan menggunakan tabel 6.

Tabel 6. Faktor konversi tipe roda pendaratan

Konversi dari	Ke	Faktor Pengali
<i>Single Wheel</i>	<i>Dual Wheel</i>	0,8
<i>Single Wheel</i>	<i>Dual Tandem</i>	0,5
<i>Dual Wheel</i>	<i>Dual Tandem</i>	0,6
<i>Double Dual Tandem</i>	<i>Dual Tandem</i>	1,00
<i>Dual Tandem</i>	<i>Single Wheel</i>	2,00
<i>Dual Tandem</i>	<i>Dual Wheel</i>	1,70
<i>Dual Wheel</i>	<i>Single Wheel</i>	1,30
<i>Double Dual Tandem</i>	<i>Dual Wheel</i>	1,70

Contoh perhitungan nilai susunan sumbu *Double Dual Tandem* yang dikonversi menjadi *Dual Wheel*

- Jenis Pesawat: *Boeing 787-9 dreamliner Forecast Annual Departure* = 1000
- Tipe Susunan Roda: *Dual Tandem*
- Faktor Pengali *Dual Tandem* menjadi *Dual Wheel* = 1,70
- *Dual Gear Departure* = *Forecast Annual departure* x faktor pengali = 1000 x 1,7 = 1700

Tabel 7. Nilai *Dual Wheel Departure*

No.	Tipe pesawat (1)	Wheel Arrangement (2)	Forecast annual departure (3)	Faktor Pengali (4)	Dual Wheel Departure (R2) (5) = (3) x (4)
1	ATR-72	D	1.318	1,0	1.318
2	B737-300	D	955	1,0	955
3	B737-500	D	988	1,0	988
4	B737-800	D	5.815	1,0	5.815
5	A319	D	284	1,0	284
6	A320	D	4.952	1,0	4.952
7	B787-9	DT	1.000	1,7	1.700

Setelah Nilai W1, W2, dan R2 di dapat, kemudian mencari nilai *Equivalent annual departure* (R1) dengan menggunakan Rumus:

$$\log R1 = (\log R2) \left(\frac{W2}{W1}\right)^{1/2}$$

Dimana:

R1 = *Equivalent Annual Departure* Pesawat Rencana

R2 = *Annual Departure* pesawat-pesawat campuran dinyatakan dalam roda pendaratan pesawat rencana

W1 = Beban roda dari pesawat rencana

W2 = Beban dari pesawat yang ditanyakan

Contoh Perhitungan nilai *Equivalent annual departure* (R1), untuk jenis pesawat B 737-800 terhadap pesawat rencana

$$\log R1 = (\log R2) \left(\frac{W2}{W1}\right)^{1/2}$$

$$\log R1 = (\log 5815) \left(\frac{36.932}{66.381}\right)^{1/2} = 2,8$$

$$R1 = 10^{2,8} = 637$$

Tabel 8. *Equivalent Annual Departure* berdasarkan pesawat rencana

Tipe pesawat (1)	Dual Gear Departure (R2)	Wheel Load lbs (W2)	Wheel Load lbs (W1)	Equivalent Annual Departure (R1)
ATR-72	1.318	11.780	66.381	21
B737-300	955	32.059	66.381	118
B737-500	988	33.803	66.381	136
B737-800	5.815	36.932	66.381	637
A319	284	33.510	66.381	55
A320	4.952	38.484	66.381	645
B787-9	1.700	66.381	66.381	1.700
Total				3.312

Sumber: Analisis, 2016

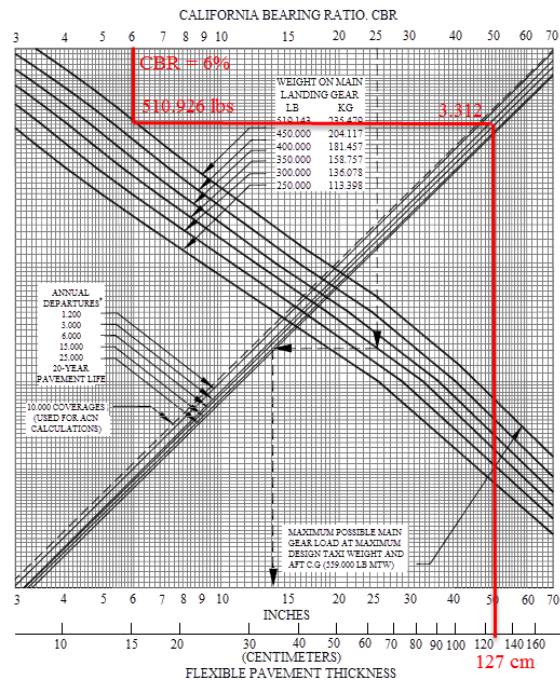
Dari perhitungan diketahui :

Nilai CBR = 6%

Weight on Main landing Gear = 510.926 lbs

Annual departure = 3.312

Sesudah semua nilai diketahui dimasukkan angkanya ke dalam grafik perencanaan perkerasan fleksibel.



Gambar 6. Kurva Perkerasan Flexibel Pesawat 787-9

Dari grafik didapat kesimpulan tebal perkerasan total untuk jenis pesawat *Boeing 787-9 dreamliner* adalah sebesar 50 inchi atau 127 cm.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, maka dapat dibuat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai ACN yang dihasilkan pada komputasi software COMFAA untuk pesawat *Boeing 787-9 dreamliner* pada perkerasan bandar udara Husein Sastranegara Bandung adalah 85,3/F/C/X dan nilai ACN dari tabel pesawat terbang adalah 87/F/C/X. Nilai PCN bandar udara Husein Sastranegara Bandung adalah 50/F/C/X/T. Bandar udara Husein Sastranegara Bandung belum layak menampung pesawat *Boeing 787-9 dreamliner* dan harus meningkatkan nilai PCN sebesar 87/F/C/X untuk dapat mengoptimalkan pesawat *Boeing 787-9 dreamliner*.

2. Tebal perkerasan total yang dibutuhkan pesawat *Boeing 787-9 dreamliner* adalah sebesar 50 inch atau 127 cm. Tebal perkerasan eksisting yang ada di bandar udara Husein Sastranegara Bandung adalah 39,3 inch atau 100 cm. Bandar udara Husein Sastranegara Bandung belum layak menampung pesawat *Boeing 787-9 dreamliner* dan harus *overlay* 27 cm untuk dapat menampung pesawat *Boeing 787-9 dreamliner*.

6. Kesimpulan

- [1] H. Basuki, "Merancang dan Merencana Lapangan Terbang," PT ALUMNI cetakan kedua, Bandung, 2008.
- [2] R. Horonjeff, and M. Kelvey, "Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara," Erlangga, Jakarta, 1993.
- [3] International Civil Aviation, "Aerodrome Design and Operations," Annex 14 Volume I Sixth Edition, 2013.
- [4] Direktorat Jendral Perhubungan Udara, "Volume I Manual of Standar CASR 139," Jakarta, 2014.
- [5] Direktorat Jendral Perhubungan Udara, "SKEP/77/VI," Jakarta, 2005.
- [6] C. Yang, "Design of funtional Pavement," Jhon Wiley dan Son Inc, New York, 1984.
- [7] Boeing, "787 Dreamliner, Airplane Characteristics for Airport Planning," United States, 2014.
- [8] S.S. Nugraha, "Analisa ACN/PCN Landas Pacu Bandar Udara," Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, 2015.
- [9] D.H. Sunu, T. B. Jenary, "Perencanaan Runway, Taxiway, dan Apron pada Bandar Udara Internasional Jawa Barat," Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2008.
- [10] R.T. Bethary, M.F. Pradana, S. Basidik, "Analisa Kekuatan Perkerasan Runway, Taxiway dan Apron (Studi kasus Bandar Udara Soekarno Hatta dengan pesawat Airbus A-380)," Jurnal Industrial Servicess, vol. 1 No. 1, 2015.

- [11] D. Utama, "Analisa Struktur Perkerasan Runway, Taxiway dan Apron Bandar Udara DR. F. L Tobing Menggunakan Metode United States of American Practice," Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Industri dan Sistem Transportasi BPP Teknologi, 2006.