

PERENCANAAN TEBAL LAPIS TAMBAH (OVERLAY) RUNWAY EKSISTING BANDARA INTERNASIONAL LOMBOK

Gede Sumarda¹, I Made Kariyana², Iwan Setiyono Subekti³

Program Studi Teknik Sipil Universitas Ngurah Rai^{1,2,3}

E-mail : gdsuarda@gmail.com¹, made.kariyana@unr.ac.id², iwansetiyo99@gmail.com³

Abstrak – Seiring dengan semakin tingginya kebutuhan mobilitas dan aktifitas manusia, transportasi udara memiliki sejumlah keunggulan seperti lebih nyaman, pelayanannya cepat dan dapat menghubungkan antar daerah terpencil. Bandar Udara Internasional Lombok memiliki runway dengan dimensi 2750 m x 45 m dan nilai PCN sebesar 56 F/A/X/T. Kondisi saat ini, Bandar Udara Internasional Lombok melayani penerbangan domestik, internasional dan embarkasi haji, yang selanjutnya Bandar Udara Internasional Lombok direncanakan menjadi Bandar Udara Embarkasi Utama di wilayah Indonesia Bagian Tengah, yang rencananya akan menggunakan pesawat Boeing 777-300ER secara langsung ke Mekkah dan mendukung Program 5 Destinasi Super Prioritas Pariwisata Mandalika dan Event MotoGP 2021. Pesawat udara rencana Boeing 777-300ER memiliki nilai ACN sebesar 64 dengan tipe perkerasan flexible (F) dan kategori subgrade tipe tinggi (A). Nilai ACN tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan nilai PCN Boeing 737-900ER sebesar 48 sebagai pesawat terkritik saat ini di Bandara Internasional Lombok ($ACN \geq PCN$), sehingga persyaratan nilai $ACN \leq PCN$ tidak terpenuhi. Untuk itu diperlukan adanya suatu kajian penilaian kondisi perkerasan runway eksisting untuk dapat meningkatkan nilai PCN dan mengetahui berapa umur layan sisa runway eksisting Bandar Udara Internasional Lombok. Dalam proses perencanaan, menggunakan metode pengumpulan data yang berasal dari data eksisting bandara dan metode studi pustaka serta melakukan analisis perhitungan. Dalam perencanaan tebal lapis tambah (overlay) menggunakan software FAARFIELD dan COMFAA sehingga diperoleh nilai tebal lapis tambah sebesar 2.0 inch (5.0 cm), peningkatan nilai PCN sebesar 88 F/A/X/T serta umur layan sisa 49% untuk pergerakan pesawat mendarat sebelum akhirnya perkerasan ini gagal/failure. Hasil tersebut menjadikan runway Bandar Udara Internasional Lombok mampu menampung pesawat rencana terkritik (B777-300ER) dengan kapasitas maksimum.

Kata kunci : CAN; PCN; FAARFIELD; COMFAA.

Abstract – Along with the increasing need for mobility and human activities, air transportation has a number of advantages such as being more comfortable, service is fast and can connect between remote areas. Lombok International Airport has a runway with dimensions of 2750 m x 45 m and a PCN value of 56 F/A/X/T. Current conditions, Lombok International Airport serves domestic, international and hajj embarkation, which Lombok International Airport is planned to be the Main Embarkation Airport in central Indonesia which is planned to use Boeing 777-300ER aircraft directly to Mecca and support the Program 5 Super Priority Destinations. Mandalika Tourism and MotoGP 2021 Event. Boeing 777-300ER aircraft plan aircraft have an ACN value of 64 with flexible pavement type (F) and high type subgrade category (A). The acn value is greater when compared to the pcn value of Boeing 737-900ER of 48 as the current territis aircraft at Lombok International Airport ($ACN \geq PCN$), so the requirements of ACN value $\leq PCN$ are not met. For this reason, a study of the assessment of existing runway pavement conditions is needed to be able to increase the value of PCN and find out how old the remaining runway services exist at Lombok International Airport. In the planning process, using data collection methods derived from airport existing data and library study methods and perform calculation analysis. In the plan of layer-added thick (overlay) using FAARFIELD and COMFAA software so that the value of the layer of thickness is obtained by 2.0 inches (5.0 cm), an increase in PCN value of 88 F/A/X/T and the remaining service life of 49% for the movement of the upcoming aircraft before finally this pavement fails / failure. The result makes the runway of Lombok International Airport able to accommodate the territis plan aircraft (B777-300ER) with maximum capacity.

Keywords : CAN; PCN; FAARFIELD; COMFAA.

PENDAHULUAN

Bandar Udara Internasional Lombok merupakan salah satu Bandar Udara yang dikelola oleh PT. Angkasa Pura I (Persero) yang melayani penerbangan domestik, internasional dan embarkasi haji. Saat ini, Bandara Internasional Lombok telah ditetapkan menjadi Bandara Embarkasi Haji Utama di Wilayah Indonesia Bagian Tengah untuk melayani penerbangan Haji ke kota Mekkah yang rencananya akan menggunakan pesawat Boeing 777-300ER secara langsung ke Mekkah. Selain itu, Pengembangan Bandara Internasional Lombok ditetapkan sebagai salah satu Proyek Strategis Nasional untuk Sektor Bandar Udara yang salah satu tujuannya guna mendukung Program 5 Destinasi Super Prioritas Pariwisata Mandalika dan Event Kejuaraan MotoGP 2021 yang diadakan di Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Mandalika-Lombok.

Kekuatan daya dukung perkerasan runway eksisting atau PCN saat ini adalah sebesar 56 F/A/X/T dengan jenis pesawat terkritis Boeing 737-900ER dan memiliki nilai ACN 48. Pesawat udara rencana adalah jenis Boeing 777-300ER dan memiliki nilai ACN sebesar 64. Nilai ACN tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan nilai PCN pesawat terkritis saat ini ($ACN \geq PCN$). Untuk itu, diperlukan adanya suatu kajian penilaian kekuatan daya dukung perkerasan runway eksisting untuk meningkatkan nilai PCN eksisting sehingga mampu melayani pesawat udara rencana terkritis (B777-300ER) dengan kapasitas maksimum dan menghitung umur layan sisa runway eksisting setelah melayani pesawat udara rencana terkritis.

KAJIAN PUSTAKA

Bandar Udara

Bandar udara adalah kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas – batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang dan tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas

keselamatan dan keamanan penerbangan serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya (UU Nomor 1 tentang Penerbangan, 2009).

Landas Pacu (*Runway*)

Landas pacu (*runway*) adalah area persegi di permukaan bandara (*aerodrome*) yang disiapkan untuk *take off* dan *landing* suatu pesawat secara aman dan efisien dalam berbagai kondisi.

Tabel 1. Lebar minimum landas pacu

Code Number	Code Letter					
	A	B	C	D	E	F
1 ^a	18 m	18 m	23 m	-	-	-
2	23 m	23 m	30 m	-	-	-
3	30 m	30 m	30 m	45 m	-	-
4	-	-	45 m	45 m	45 m	60 m
Catatan :						
^a Jika sebuah <i>code number precision approach runway</i> adalah 1 atau 2, maka lebar landas pacu (<i>runway</i>) tidak boleh kurang dari 30 m						

Sumber: KP 93 Tahun 2015

Struktur Perkerasan Lentur

Secara umum perkerasan lentur terdiri dari lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi atas (*base course*) dan lapis pondasi bawah (*subbase course*) yang masing-masing dapat memiliki satu lapis atau lebih.

a. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah dasar (*subgrade*) adalah lapisan tanah asli atau lapisan timbunan yang terdapat dibawah lapisan pondasi bawah (*subbase*) dari perkerasan. Parameter yang digunakan untuk menilai kapasitas tanah dasar yaitu nilai CBR.

Tabel 2. Kategori kekuatan tanah dasar perkerasan lentur

Subgrade Strength Category	Subgrade Support CBR-Value	Represents	Code Designation
High	15	CBR > 13	A
Medium	10	8 < CBR < 13	B
Low	6	4 < CBR < 8	C
Ultra Low	3	CBR < 4	D

Sumber : *Advisory Circular 150/5335-5C*, 2014

b. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis pondasi bawah (*subbase course*) adalah lapisan yang berada diantara lapis tanah dasar/asli dan lapis pondasi atas (*base course*) yang berfungsi untuk menahan gaya lintang akibat beban roda dan meneruskan beban ke lapisan dibawahnya. Dalam kondisi tanah

dasar kurang dari 20%, FAA mensyaratkan adanya lapisan pondasi bawah (*subbase course*) dengan tebal minimum adalah 100 mm.

c. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas (*base course*) adalah suatu sistem perkerasan atau lapisan tepat dibawah lapis aus baik berupa lapis aspal atau beton yang berfungsi untuk menahan gaya lintang akibat beban roda dan mendistribusikan beban dari roda pesawat ke lapisan subbase dan selanjutnya ke lapis tanah dasar. Pada lapis pondasi atas (*base course*) disyaratkan memiliki kapasitas daya dukung setara atau lebih dari CBR 80%. Adapun tebal minimum lapis pondasi adalah 150 mm.

d. Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Lapis permukaan (*surface course*) atau disebut dengan lapisan bitumen adalah lapisan yang terdiri dari campuran aspal dan agregat yang berfungsi untuk menumpu beban roda pesawat, menahan beban repetisi, membagi beban kepada lapisan dibawahnya, mencegah penetrasi air ke dalam lapisan *base* dan memberikan kondisi permukaan yang rata serta terikat dengan baik (*interlocked*). Ketebalan minimum untuk lapisan permukaan adalah 100 mm pada daerah kritis dan 75 mm pada daerah non-kritis.

Teori Perhitungan Perkerasan Lentur

a) Sistem ACN-PCN

ACN (*Aircraft Classification Number*) merupakan suatu nilai yang menunjukkan efek relatif sebuah pesawat udara di atas pavement untuk kategori *subgrade* standar yang ditentukan. Metode ini hanya digunakan untuk menentukan daya dukung perkerasan untuk pesawat operasi dengan berat minimal 5.700 kg (12.500 lbs) (*Aerodrome Desain Manual Part 3, 1983*). Sedangkan untuk perkerasan yang memiliki daya dukung dibawah 5.700 kg (12.500 lbs) tidak digunakan sistem ACN-PCN.

PCN (*Pavement Classification Number*) merupakan suatu angka yang menjelaskan daya dukung perkerasan untuk operasi tak terbatas pesawat udara dengan nilai ACN kurang dari atau sama dengan PCN ($ACN \leq$

PCN). Komponen PCN terdiri dari lima unsur yaitu nilai numerik kekuatan perkerasan, jenis perkerasan, kategori kekuatan *subgrade*, kategori tekanan roda dan metode pelaksanaan evaluasi.

Tabel 3. Kategori tekanan ijin roda pesawat

Category	Code	Tire Pressure Range
High	W	No pressure limit
Medium	X	Pressure limited to 218 psi (1.5 MPa)
Low	Y	Pressure limited to 145 psi (1.00 MPa)
Very Low	Z	Pressure limited to 73 psi (0.50 MPa)

Sumber: *Advisory Circular AC 150/5335-5C (2014)*

Metode Perhitungan Perkerasan Lentur

a) Metode perhitungan FAA Klasik/Grafis

Metode ini didasarkan pada perhitungan nilai PCN perkerasan dihitung berdasarkan pesawat kritis, daya dukung perkerasan, keberangkatan tahunan ekuivalen (*equivalent annual departure*) dan nilai CBR *subgrade*. Dalam metode ini terdapat kurva korelasi antara CBR *subgrade*, *annual departure*, beban pesawat dan tebal perkerasan. Keberangkatan tahunan ekuivalen (*equivalent annual departure*) dapat dihitung menggunakan persamaan dalam *Aerodrome Design Manual (Doc 9157), Part 3, 1983*.

b) Metode Perhitungan FAA Dengan Software FAARFIELD

FAARFIELD adalah program untuk menentukan tebal lapis perkerasan menggunakan metode teori lapis elastis dan CDF dengan mempertimbangkan gaya vertikal dan horizontal yang bekerja pada struktur perkerasan. Penyetaraan material FAA dengan material di Indonesia dan nilai modulus (*poisson's ratio*) (μ) yang diijinkan tertuang dalam *Advisory Circular AC 150/5320-6F*.

✓ Perencanaan Struktur Perkerasan Lentur

Program FAARFIELD, secara *default*, akan otomatis menghitung ketebalan struktural yang diperlukan untuk lapisan dasar, karena diasumsikan bahwa lapisan *subbase* memberikan daya dukung yang setara dengan

tanah dasar CBR 20. Adapun ketebalan lapisan dasar struktural dihitung sebagai ketebalan yang dibutuhkan untuk melindungi tanah dasar CBR 20. Hubungan beban pesawat dengan kebutuhan tebal minimum tertuang dalam *Advisory Circular AC 150/5320-6E*.

✓ **Konfigurasi Roda Pesawat**

Sistem perkerasan harus didesain untuk mengantisipasi berat maksimum pada saat *takeoff*. Prosedur desain secara umum mengasumsikan 95% dari berat kotor dibebankan pada *main landing gear* dan 5% sisanya dibebankan pada *nose gear*. Konfigurasi *gear* secara umum dan berbagai macam konfigurasi roda beberapa jenis pesawat tertuang dalam *Advisory Circular AC 150/5320-6E*

✓ **Tekanan Roda**

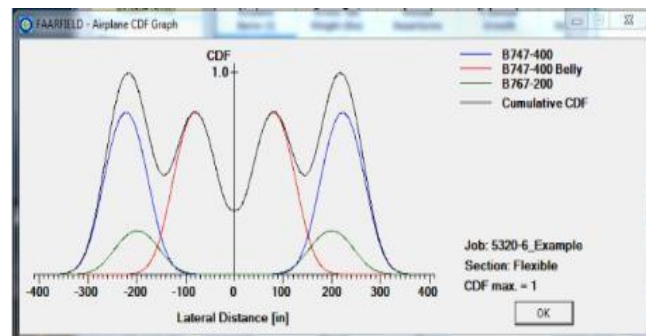
Tekanan roda dipengaruhi oleh konfigurasi roda, berat kotor, dan ukuran roda. Dalam FAARFIELD, tekanan roda terkait erat dengan berat kotor dari pesawat tersebut. Tekanan roda memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap regangan yang terjadi pada permukaan aspal dibandingkan pada *subgrade*/tanah dasar. Untuk konstruksi perkerasan lentur dengan stabilitas aspal tinggi, tekanan roda lebih dari 254 Psi (1,75 MPa) dapat diakomodasi. Kategori batas tekanan roda telah ditunjukkan pada Tabel 3.

✓ **Kendaraan Pendukung Operasional Bandara (Non-Aircraft Vehicles)**

Dalam beberapa situasi, Kendaraan Pendukung Operasional Bandara seperti kendaraan pemadam kebakaran, kendaraan pembersih salju, atau kendaraan pengisi bahan bakar kemungkinan memiliki kontribusi beban pada roda yang lebih besar dibandingkan pesawat. FAARFIELD telah mengakomodasi jenis kendaraan ini untuk masuk ke dalam *traffic mix*. Jenis kendaraan yang termasuk didalamnya adalah *truck axles (single, dual, tandem, dan dual-tandem)*.

✓ **Cumulative Damage Factor (CDF)**

FAARFIELD didasarkan pada konsep *Cumulative Damage Factor (CDF)* atau Kumulatif Kerusakan Pesawat. Nilai CDF untuk suatu pesawat berada di antara 0 dan 1. Nilai CDF menyatakan kontribusi kegagalan maksimum pada perkerasan.



Gambar 1. Kurva CDF (CDF Graph) dan lokasi kritis

Sumber: *Advisory Circular AC/150-5320-6F*

✓ **Metode Perhitungan Pertumbuhan Lalu Lintas Pesawat Udara**

Data eksisting jumlah pergerakan pesawat tahunan dibutuhkan untuk dapat menganalisa pertumbuhan tahun ke tahun seluruh total jumlah pergerakan pesawat. Dalam menghitung analisa pertumbuhan tahunan menggunakan persamaan berikut

$$r = \left(\frac{\sum n - \sum n-1}{\sum n-1} \right) \times 100\%$$

Dimana:

r : tingkat pertumbuhan rata-rata

n : tahun ke-n

n-1 : tahun ke-n dari tahun sebelumnya

Dalam menghitung perkiraan jumlah penerbangan rencana digunakan persamaan berikut:

$$\left(\frac{\sum \text{Penumpang Rencana}}{\sum \text{Kapasitas Kursi Pesawat Rencana}} \right)$$

Untuk menghitung rencana penambahan penumpang, penambahan jumlah pesawat dan penambahan jumlah pesawat harian digunakan persamaan berikut:

Penambahan Jumlah Penumpang =

$$\left(\frac{\text{Penambahan Jumlah Penumpang}}{\text{Seat Capacity}} \right)$$

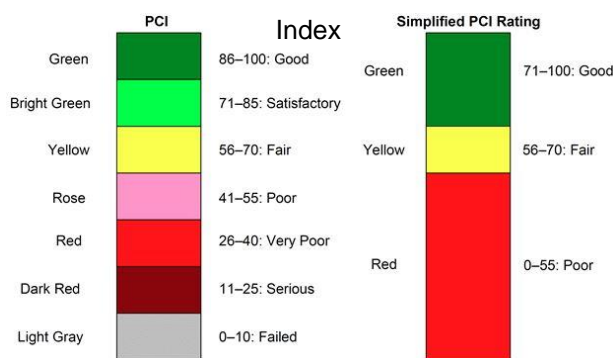
Penambahan jumlah pesawat harian =

$$\left(\frac{\text{Penambahan Jumlah Pesawat}}{365} \right)$$

✓ **Nilai Kondisi Perkerasan**

PCI (*Pavement Condition Index*) adalah indeks angka diantara 0 untuk kondisi perkerasan yang gagal (*failed*) dan 100 untuk kondisi perkerasan yang baik sekali. Rentang *rating* PCI yang terdapat pada *Guidelines and Procedures for Maintenance of Airport Pavement (1982)* disajikan dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Skala penilaian Pavement Condition



Sumber: ASTM D5340 12, 2012

Kondisi perkerasan juga dapat dinilai dari hasil pengukuran lendutan dengan berdasarkan pengujian menggunakan alat HWD (*Heavy Weight Deflectometer*) untuk mensimulasikan pembebanan dari roda yang bergerak dan mengukur respon elastisitas dari seluruh *deflection bowl* hingga jarak 1.8 meter hingga 2 meter jauhnya dari titik pusat pembebanan.

Tabel 5. Kriteria kondisi struktural dari *deflection bowl* (untuk 1415 kPa *contact stress*)

Structural condition rating	Deflection bowl parameter ranges			
	Max deflection (micrometer)	BLI (micrometer)	MLI (micrometer)	LLI (micrometer)
Sound	<1875	<1125	<625	<375
Warning	1875-2500	1125-1320	625-1000	375-625
Severe	>2500	>1320	>1000	>625

Sumber: E. Horak dan S. Emery, (2009)

✓ **Umur Rencana Struktur Perkerasan Lentur**

Umur rencana struktur perkerasan lentur secara *default* adalah 20 tahun dan minimal adalah 10 tahun. Umur rencana tersebut secara struktural memberikan indikasi kekuatan perkerasan dalam arti bahwa repetisi beban yang diizinkan sebelum *subgrade* mengalami kegagalan (*failure*). Umur rencana ditentukan

berdasarkan keberangkatan tahunan (*annual departures*) dikalikan dengan umur rencana desain (*Rodney N. Poel, P.E, Civil Engineering/Airfield Pavement, Airport Engineering Division, March, 2008*).

c) **Metode Perhitungan FAA Dengan Software COMFAA**

COMFAA adalah program komputer yang digunakan untuk menentukan nilai PCN, terutama pada aspek tahapan perhitungan serta interpretasi *output* dari program. Dalam penggunaannya program ini didukung oleh perangkat tambahan berupa *Microsoft Excel Spreadsheet* untuk penentuan tebal ekuivalen (*Advisory Circular (AC) 150/5335-5C*).

a. **Evaluasi Ketebalan**

Dalam penentuan nilai PCN struktur perkerasan lentur, ketebalan perkerasan harus dikonversi menjadi ketebalan standar/referensi yang selanjutnya dijadikan input pada program COMFAA sebagai ketebalan evaluasi.

Tabel 6. Tebal standar struktur perkerasan lentur

Structural Layer	< 4 wheels on main gear	4 or more wheels on any main gear
Asphaltic Concrete (P-401), in	3	5
High Quality Granular Base (P-209), in	6	8

Sumber: *Advisory Circular AC 150/5335-5C*

b. **Pass to Traffic Cycle (P/TC) Ratio**

Pass to Traffic Cycle (P/TC) Ratio adalah rasio yang menggambarkan jumlah lintasan pesawat. Satu lintasan bisa diartikan lintasan saat mendarat, lintasan saat taxi, lintasan saat lepas landas, atau gabungan dari ketiganya. Selain itu jumlah lintasan pesawat juga ditentukan oleh kondisi beban pesawat dan konfigurasi taxiway (*parallel* atau *central*).

METODE PENELITIAN

Analisis perencanaan dalam penelitian ini terdiri atas empat tahapan. Metode detail penelitian ini, secara ringkas disajikan dalam diagram alir perencanaan seperti terlihat dalam diagram berikut:

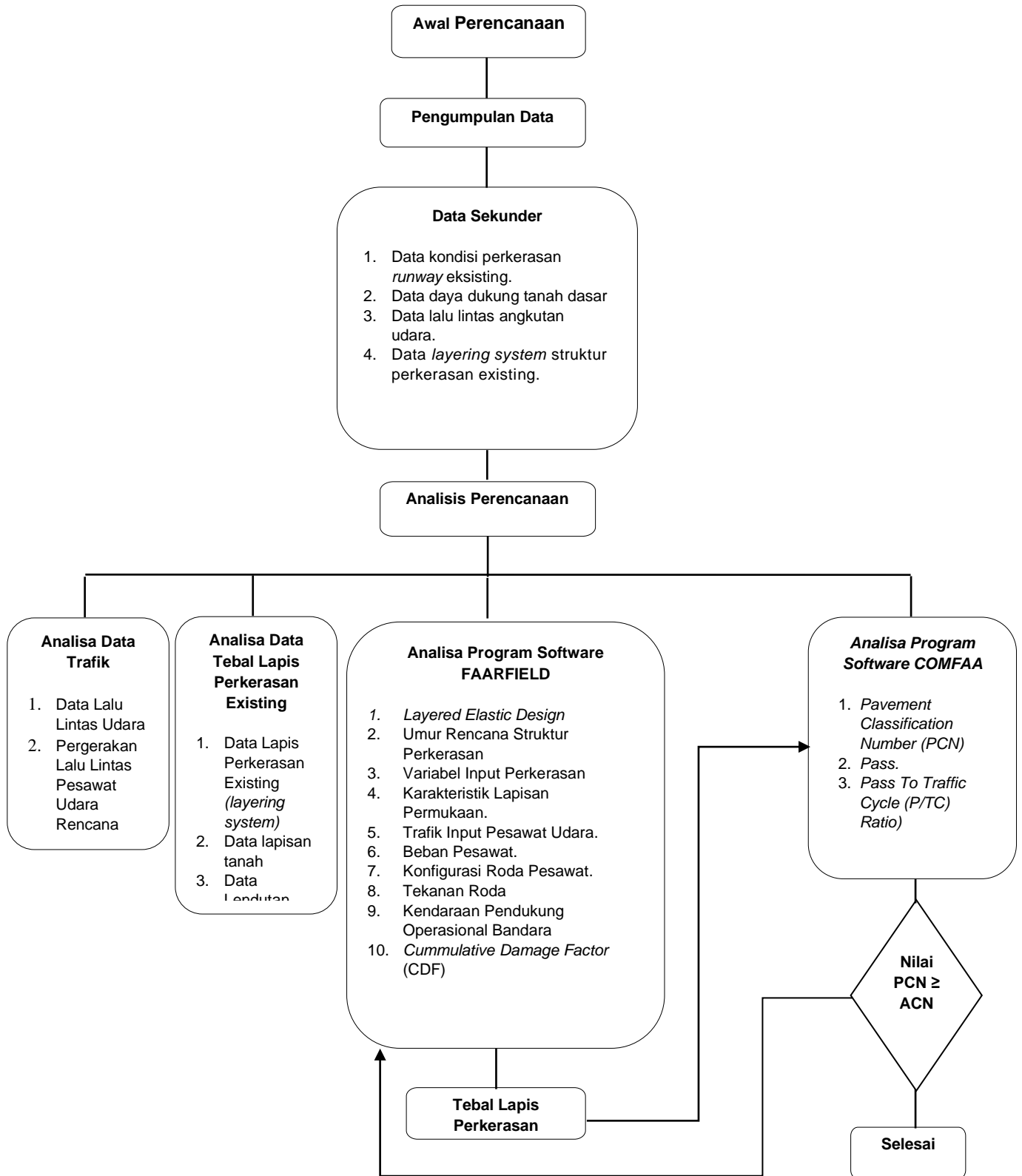
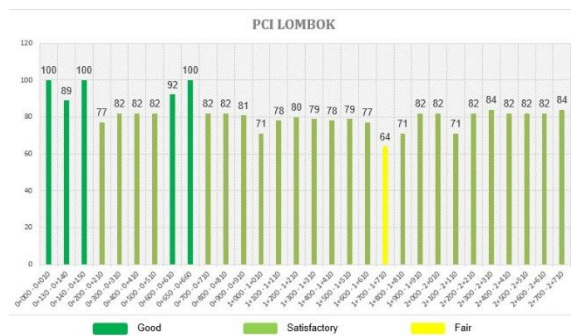


Diagram 1. Diagram Alir Perencanaan

HASIL DAN PEMBAHASAN
Analisis Kondisi Perkerasan Eksisting

Dalam analisis kondisi perkerasan eksisting diperoleh hasil nilai PCI rata-rata sebesar 82 atau kategori *satisfactory* (71-85) (tabel 4). Nilai PCI ini memberikan informasi bahwa *runway* Bandara Internasional Lombok dalam kondisi bagus atau baik



Gambar 2. Nilai PCI *runway* Bandar Udara Internasional Lombok.
Sumber: Bandar Udara Internasional Lombok

Analisis Data Lalu Lintas

Dalam analisis data lalu lintas eksisting dengan menggunakan data historis keberangkatan tahunan (*annual departure*) Bandara Internasional Lombok tahun 2013-2018.

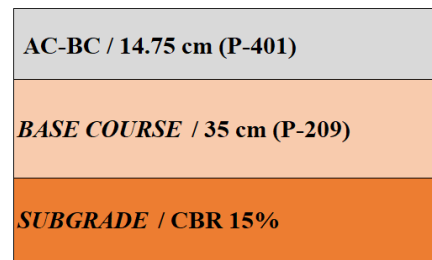
Tabel 7. Keberangkatan tahunan (*annual departure*) 2013-2018

No	Aircraft Type	Annual Departure 2018 Sebelum Adanya MotoGP, Haji dan Pertumbuhan Wisatawan	Annual Departure 2018 Setelah Adanya MotoGP, Haji dan Pertumbuhan Wisatawan
1	B737-900 ER	4.110	6.165
2	B737-800	3.153	4.730
3	A320-100	3.103	4.655
4	ATR72-600	4.813	6.738
5	C208	1.094	1.094
6	CRJ1000	484	484
7	B737-500	395	395
8	C172	45	45
9	C130	26	26
10	B737-400	17	17
11	B747-400	12	12
12	B777-300ER	0	18
13	B747-SF	0	10 (asumsi per tahun)

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Analisa Data Lapisan Perkerasan Eksisting
Berdasarkan data eksisting Bandara Internasional Lombok hasil kajian yang dilakukan oleh PT. Nur Straits Engineering,

diperoleh data tebal perkerasan eksisting sebagai berikut:



Gambar 3. *Layering system runway* eksisting
Sumber: Data teknis *runway* Bandara Internasional Lombok

Analisa Data Lendutan Berdasarkan Pengujian HWD

Berdasarkan data hasil pengujian HWD (*Heavy Weight Deflectometer*) Bandar Udara Internasional Lombok yang dilaksanakan oleh Balai Litbang Penerbangan pada Bulan Desember 2018, secara umum kondisi *runway* eksisting Bandar Udara Internasional Lombok sangat baik (*excellent*). Adapun untuk kriteria kondisi struktural dari *deflection bowl* yang digunakan dalam analisis data HWD pada Bandara Internasional Bandara Lombok adalah 1415 kPa (tabel 2.5). Hal ini didasari oleh nilai *tire pressure* dari pesawat rencana B777-300ER, yaitu 1,524 MPa.

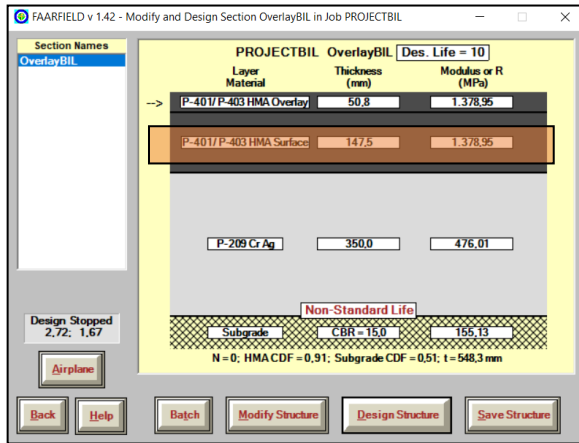
Perhitungan Tebal Perkerasan Menggunakan Software FAARFIELD

Data awal yang akan dimasukkan ke dalam program FAARFIELD adalah tebal lapisan perkerasan eksisting sebagai berikut:

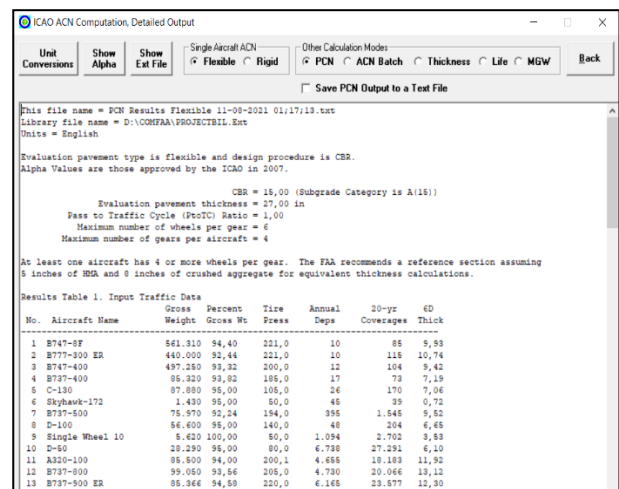
Tabel 8. Tebal lapisan perkerasan yang di input pada program FAARFIELD

Layer Material	Tebal (cm) / inch
HMA Surface (P-401/P-403)	14.75 / 5.80
Base Course (P-209)	35.00 / 13.80
Subgrade	CBR 15%

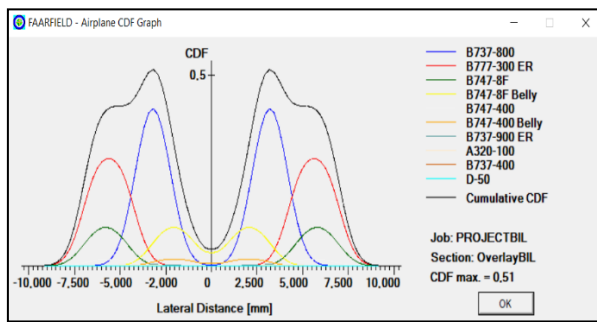
Sumber: Data teknis Bandara Internasional Lombok



Gambar 9. Tampilan hasil *running design structure* program FAARFIELD
Sumber: Program FAARFIELD 1.42



Gambar 11. Hasil Tabel 1 input data trafik COMFAA
Sumber: COMFAA 3.0

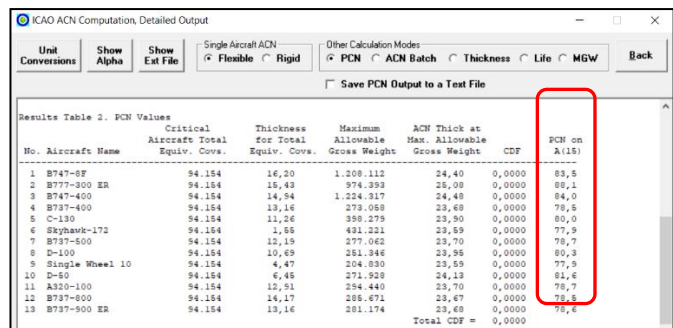


Gambar 10. Kurva CDF (CDF Graph) dan lokasi kritis
Sumber: Program FAARFIELD 1.42

Hasil dari *running design structure* program FAARFIELD didapatkan ketebalan tambahan pada lapis permukaan (*surface*) sebesar 2.0 inch atau 5.0 cm (Gambar 9). Untuk hasil kurva CDF menunjukkan lokasi kritis berada di jarak 2.5 meter – 5.0 meter dari *center line runway*, sedangkan nilai CDF 0.51 mengartikan bahwa umur perkerasan sudah 51% dari umur layan yang direncanakan, sehingga perkerasan ini memiliki 49% umur layan sisa untuk pergerakan pesawat mendarat sebelum akhirnya perkerasan ini gagal/*failure*. Kurva CDF (*CDF graph*) dan lokasi kritis ditunjukkan pada gambar 10.

Perhitungan Nilai PCN Menggunakan Software COMFAA

Dari hasil perhitungan COMFAA, diperoleh hasil kalkulasi nilai daya dukung perkerasan (PCN) sebagai berikut:



Gambar 12. Hasil tabel 2 nilai PCN
Sumber: COMFAA 3.0

Dari hasil Tabel 2 pada gambar 12 diatas, menunjukkan bahwa adanya pengaruh penambahan lapis tambah terhadap nilai PCN eksisting Bandar Udara Internasional Lombok. Penambahan *overlay* sebesar 2.0 inch (5.0 cm) berdampak terhadap peningkatan nilai PCN eksisting yang semula 56 F/A/X/T meningkat menjadi 88 F/A/X/T, sehingga menjadikan *runway* Bandar Udara Internasional Lombok mampu menampung pesawat terkritis dengan kapasitas maksimum.

SIMPULAN DAN SARAN**a) Simpulan**

Dari hasil perhitungan perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) dengan menggunakan program FAARFIELD dan COMFAA serta perangkat tambahan berupa *Ms. Excel Spreadsheet*, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi perkerasan *runway* Bandar Udara Internasional Lombok memiliki hasil nilai PCI rata-rata sebesar 82. Nilai PCI tersebut termasuk dalam kategori kondisi baik atau *satisfactory* (71-85). Adapun hasil pengujian lendutan berdasarkan pengujian HWD diperoleh hasil yang baik untuk setiap kondisi lapisan struktural, sehingga secara umum nilai kondisi *runway* eksisting Bandar Udara Internasional Lombok sangat baik (*excellent*).
2. Dengan adanya penambahan lapis tambah (*overlay*) sebesar 2.0 inch atau 5.0 cm terhadap perkerasan *runway* eksisting, berdampak terhadap peningkatan nilai PCN *runway* eksisting Bandar Udara Internasional Lombok, yang semula 56 F/A/X/T meningkat menjadi 88 F/A/X/T, sehingga menjadikan *runway* Bandar Udara Internasional Lombok mampu menampung dengan kapasitas maksimum pesawat rencana terkritik (B777-300ER) yang memiliki nilai ACN 64. Sedangkan nilai CDF 0.51 mengartikan bahwa umur perkerasan sudah 51% dari umur layan yang direncanakan, sehingga perkerasan ini memiliki 49% umur layan sisa untuk pergerakan pesawat mendarat sebelum akhirnya perkerasan ini gagal/*failure*.

b) Saran

Berdasarkan hasil pembahasan dan kesimpulan diatas, saran dari penelitian ini yaitu dapat dilakukan perhitungan dengan metode lain seperti metode perhitungan FAA klasik/grafis, metode *Load Classification Number* (LCN) atau metode *US Army Corp of Engineers CBR* sebagai pembanding hasil perencanaan yang menggunakan metode program FAARFIELD dan COMFAA.

DAFTAR PUSTAKA

- Aerodrome Design Manual (Doc 9157-AN/901). Second Edition. 1983. *Part 3 Pavements*.
- Bandar Udara Internasional Lombok. 2020. Data Layering System, Geoteknik dan Lalu Lintas Pesawat Udara.
- Bandar Udara Internasional Lombok. 2011. Aerordrome Information Publication (AIP).
- Boeing Commercial Airplanes. 2020. Airport Characteristic for Airport Planning B737 Rev A.
- Boeing Commercial Airplanes. 2012. Airport Characteristic for Airport Planning B747-8.
- Boeing Commercial Airplanes. 2015. Airport Characteristic for Airport Planning B777-200LR / -300ER / -Freighter.
- Christina Sari, Ariel Winfried dan Luky Surachman. 2019. Analisis Perkerasan Landas Pacu Bandar Udara Husein Sastranegara, Bandung.
- David Yeamans. 12th Edition of The Burns & McDonnell Aircraft Characteristic Manual.
- E Horak dan S Emery. 2009. Evaluation of Airport Pavements With FWD Deflection Bowl Parameter Benchmarking Methodology.
- Federal Aviation Administration. 2009. Advisory Circular AC 150/5320-6E Airport Pavement Design and Evaluation.
- Federal Aviation Administration. 2014. Advisory Circular AC 150/5335-5C Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength – PCN.
- Federal Aviation Administration. 2016. Advisory Circular AC 150/5320-6F Airport Pavement Design and Evaluation.
- Herckia Pratama Daniel. 2019. Perencanaan Runway, Taxiway dan Apron Untuk Pesawat Tipe B 737-900 ER Pada Bandara Sultan Babullah-Ternate.
- Herri Purwanto dan Agung Iskandar. 2019. Analisa Perencanaan Runway Taxiway Dan Apron Pada Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang Menggunakan Metode FAA (Federal Aviation Administration).
- <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/deformasi/article/view/2971>

- Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor KP 326. 2019. Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil-Bagian 139 (Manual of Standard CASR-Part 139) Volume I Bandar Udara (Aerodrome).
- Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor KP 93. 2015. Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139-24 (Advisory Circular CASR Part 139-24) Pedoman Perhitungan PCN (Pavement Classification Number) Perkerasan Prasarana Bandar Udara.
- Rahman, Harmein. 2015. Metoda Design & Evaluasi Perkerasan Air Side Dengan Program COMFAA dan FAARFIELD.
- Rahman, Harmein. 2017. Metoda Design & Evaluasi Pavement Menggunakan Program COMFAA dan FAARFIELD.
- Rodney N. Joel, P.E. 2008. Civil Engineer / Airfield Pavement, Airport Engineering Division. FAA Pavement Design AC 150/5320-6E and FAARFIELD.
<https://www.slideserve.com/maite-haney/faa-pavement-design>
- Rommy Diaz Feranu, Silvia Sukirman dan Putu Kresna Jaya. 2016. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Landas Pacu Bandar Udara Soekarno-Hatta Menggunakan Software FAARFIELD Dan COMFAA.
- Shahin, M.Y. 1994. Pavement Management for Airport, Roads and Parking Lots.
- Tinus Kogoya, M. J. Paransa dan Lintong Elisabeth. (2015). Perencanaan Pengembangan Bandar Udara Wamena Di Kabupaten Jayawijaya Provinsi Papua.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1. 2009. Tentang Penerbangan.