

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2020

ISSN : 2548-8112

PERENCANAAN KONTRUKSI RIGID DI APRON BANDAR UDARA RAHADI OESMAN KETAPANG – KALIMANTAN BARAT

Mukhammad Miqdad Fahmi

Program Studi D3 Teknik Bangunan Dan Landasan, Politeknik Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Email: mqddfahmi@gmail.com

ABSTRAK

Bandar Udara Rahadi Oesman (kode IATA: KTG, kode ICAO: WIOK) adalah Bandar Udara Kelas II yang dikelola oleh UPBU Direktorat Jenderal Perhubungan Udara terletak di Kecamatan Delta Pawan Kabupaten Ketapang Kalimantan Barat. Sedangkan untuk penamaannya diambil dari seorang pahlawan dari Pontianak yang berjuang di Kabupaten Ketapang yaitu Rahadi Oesman.. Saat ini Bandar Udara Rahadi Oesman memiliki fasilitas sisi udara yaitu satu landas pacu dengan panjang landasan 1400 meter dan lebar 30 meter, permukaan aspal dengan nilai PCN 21 F/C/Y/T. Bandar Udara ini memiliki 2 *Taxiway* yaitu *Taxiway A dan Taxiway B* dengan dimensi panjang 75 meter dan lebar 18 meter, sedangkan untuk *apron* memiliki dimensi panjang 224 meter dan lebar 51 meter. Bandara Rahadi Oesman telah lama beroperasi, namun kondisi lapisan perkerasan di Apron sangatlah memprihatinkan. Dikarenakan kurangnya perawatan pada lapisan perkerasan Apron, serta iklim geografis di Ketapang dengan intensitas curah hujan yang cukup tinggi. Dengan kondisi seperti ini kerusakan dapat terjadi secara meluas. Oleh karena itu tugas akhir ini disusun guna menyampaikan bagaimana merencanakan rekonstruksi dan tebal perkerasan apron yang standar dengan mengacu pada *Federal Aviation Administration (FAA)* melalui perhitungan Manual dan *FAARFIELD* serta menghitung nilai PCN melalui software *COMFAA*. Dan sesuai hasil perhitungan maka diperoleh tebal Perkerasan slab beton/surface 20 cm dan Subbase 24 cm, serta memiliki nilai PCN berdasarkan pesawat terkritik yaitu 13,4.

Kata Kunci : *Apron*, perkerasan, metode FAA, COMFAA, FAARFIELD

ABSTRACT

Rahadi Oesman Airport (IATA code: KTG, ICAO code: WIOK) is a Class II Airport managed by UPBU Directorate General of Civil Aviation located in Delta Pawan District, Ketapang Regency, West Kalimantan. Meanwhile, the naming was taken from a hero from Pontianak who fought in Ketapang Regency, namely Rahadi Oesman. Currently, Rahadi Oesman Airport has air-side facilities, namely one runway with a runway length of 1400 meters and a width of 30 meters, an asphalt surface with a PCN value of 21 F / C / Y / T. This airport has 2 taxiways, namely Taxiway A and Taxiway B with dimensions of 75 meters long and 18 meters wide, while the apron has dimensions of 224 meters long and 51 meters wide. Rahadi Oesman Airport has been operating for a long time, but the condition of the pavement layer at the Apron is very poor. Due to the lack of maintenance on the Apron pavement layer, as well as the geographical climate in Ketapang with quite high rainfall intensity. Under these conditions the damage can be widespread. Therefore, this final project is structured to convey how to plan the reconstruction and standard apron pavement thickness by referring to the Federal Aviation Administration (FAA) through the Manual and FAARFIELD calculations and calculating the value of PCN through COMFAA software. And according to the calculation results, the thickness of the concrete slab / surface pavement is 20 cm and Subbase 24 cm, and has a PCN value based on the critical plane is 13.4.

Keywords: *Apron, pavement, FAA method, COMFAA, FAARFIELD*

PENDAHULUAN

Bandar Udara Rahadi Oesman (kode IATA: KTG, kode ICAO: WIOK) adalah Bandar Udara Kelas II yang dikelola oleh UPBU Direktorat Jenderal Perhubungan Udara terletak di Kecamatan Delta Pawan Kabupaten Ketapang Kalimantan Barat.

Sedangkan untuk penamaannya diambil dari seorang pahlawan dari Pontianak yang berjuang di Kabupaten Ketapang yaitu Rahadi Oesman. Bandar Udara ini melayani rute penerbangan dari Ketapang menuju ke Pangkalanb Bun, Pontianak, Semarang dan Sintang. Secara geografis

PROSIDING

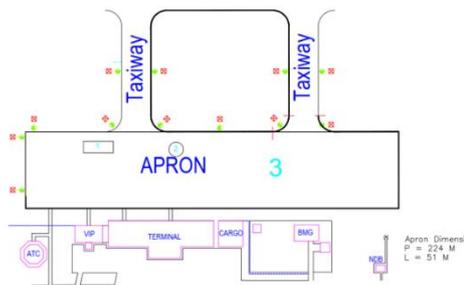
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2020

ISSN : 2548-8112

Bandar Udara Rahadi Oesman terletak pada koordinat $01^{\circ} 48' 59''$ S, $109^{\circ} 57' 48''$ E dengan ketinggian ± 14 meter (46 kaki) diatas permukaan laut (mean sea level).

Saat ini Bandar Udara Rahadi Oesman memiliki fasilitas sisi udara yaitu satu landas pacu dengan panjang landasan 1400 meter dan lebar 30 meter, permukaan aspal dengan nilai PCN 21 F/C/Y/T. Bandar Udara ini memiliki 2 Taxiway yaitu Taxiway A dan Taxiway B dengan dimensi panjang 75 meter dan lebar 18 meter, sedangkan untuk apron memiliki dimensi panjang 224 meter dan lebar 51 meter, permukaan aspal dengan nilai PCN 21 F/C/Y/T. Maskapai yang beroperasi di bandar udara tersebut yaitu, Wings Air dan NAM Air.

Bandara Rahadi Oesman telah lama beroperasi, namun kondisi lapisan perkerasan di Apron sangatlah memprihatinkan. Dikarenakan kurangnya perawatan pada lapisan perkerasan Apron, serta iklim geografis di Ketapang dengan intensitas curah hujan yang cukup tinggi. Dengan kondisi seperti ini kerusakan dapat terjadi secara meluas.



Gambar 1 Layout Kerusakan Apron

1. Terdapat kerusakan retak buaya dan lubang dengan dimensi 1 x 2 meter
2. Terdapat kerusakan retak pada lapisan perkerasan, dan lubang kecil yang cukup meluas, dengan diameter 15 cm dan tinggi 3 cm
3. Hampir seluruh permukaan Apron mengalami butiran lepas/Lost Material

Dari semua jenis kerusakan di atas, maka disimpulkan bahwa kondisi Apron di Bandar Udara Rahadi Oesman sangat memprihatinkan dan tidak layak untuk digunakan karena tidak sesuai dengan peraturan keselamatan penerbangan. Jika

kerusakan ini terus dibiarkan dan tidak segera ditindak lanjuti maka akan menyebabkan beberapa dampak bagi operasional penerbangan, diantaranya

1. Masuknya butiran agregat kedalam mesin pesawat.
2. Tergelincirnya roda pesawat saat akan parking.
3. Butiran agregat yang mengenai kaca pada *Cockpit* pesawat yang dapat mengganggu penglihatan pilot.
4. Bahaya bagi pemandu parkir (marshaling) saat akan memandu pesawat parkir di Apron, bukan tidak mungkin butiran yang lepas akan terangkat terkena jet blast dari pesawat.
5. Terjadinya genangan air saat hujan deras akibat dari lubang yang terus dibiarkan.
6. Melapuknya lapisan aspal hingga kerusakan akan terus bertambah.
7. Jumlah parking stand menjadi berkurang karena adanya area apron yang sudah tidak layak pakai akibat kerusakan perkerasan.

Untuk jangka panjang dan upaya peningkatan kualitas perkerasan di Apron Bandar Udara Rahadi Oesman. Oleh karena itu perencanaan rekonstruksi lapisan perkerasan dari flexible pavement ke rigid pavement merupakan langkah yang tepat untuk perbaikan lapisan perkerasan di Apron dalam jangka panjang, karena pada dasarnya material rigid pavement sangat kuat dibebani untuk semua struktur, umur rencana dari beton sendiri cukup lama yaitu sekitar 20-30 tahun. Meskipun biaya perbaikan cukup mahal tapi langkah ini terbilang efisien untuk mencegah kerusakan yang sering terjadi di Apron Bandar Udara Rahadi Oesman, karena banyak sekali keuntungan yang diperoleh dari Rigid Pavement ini.

Berdasarkan kondisi yang uraikan di atas, maka permasalahan di Bandar Udara Rahadi Oesman Ketapang tersebut perlu diangkat ke dalam bentuk tugas akhir yang berjudul; "Perencanaan Konstruksi Rigid

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2020

ISSN : 2548-8112

Di Apron Bandar Udara Rahadi Oesman Ketapang – Kalimantan Barat”.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Equivalent Annual Departure

Menurut KP 93 Tahun 2015 tentang Pedoman Perhitungan PCN (Pavement Classification Number) Perkerasan Prasarana Bandar Udara. Menghitung ekuivalen annual departure pesawat kritis. Ketika pesawat yang beroperasi di suatu bandar udara terdiri dari berbagai jenis pesawat dengan berbagai tipe roda pendaratan (landing gear) dan berbagai variasi beban, efek pesawat tersebut terhadap perkerasan dihitung berdasarkan pesawat terkritis atau dalam desain pesawat desain. Perhitungan ekuivalen annual departure dilakukan dengan mengkonversi landing gear semua pesawat yang beroperasi ke pesawat kritis.

Berikut adalah tipe-tipe roda pendaratan pesawat udara beserta faktor pengalinya ke setiap jenis roda pendaratan pesawat yang lain, dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 1 Konversi tipe roda pendaratan

Konversi dari	ke	Faktor pengali
Single Wheel	Dual Wheel	0.8
Single Wheel	Dual Tandem	0.5
Dual Wheel	Dual Tandem	0.6
Double Dual Tandem	Dual Tandem	1
Dual Tandem	Single Wheel	2
Dual Tandem	Dual Wheel	1.7
Dual Wheel	Single Wheel	1.3
Double Dual Tandem	Dual Wheel	1.7

Selanjutnya akan menentukan berapa tebal perkerasan yang mampu melayani berat seluruh pesawat itu. Perhitungan Equivalent Annual Departure diperhitungkan sebagai berikut :

1. Nilai dari equivalent annual departure masing-masing pesawat didapat dari Maximum Take Off Weight (MTOW) yang terdapat pada

masing-masing aircraft performance tipe pesawat.

2. Beban roda pesawat yang beroperasi di Bandar Udara Rahadi Oesman Ketapang – Kalimantan Barat,

$$W_2 = MTOW \times \frac{0.95}{\text{jumlah roda pesawat}}$$

3. Beban roda pesawat rencana dipilih dengan cara mencari nilai yang paling tinggi dari beban roda pesawat yang beroperasi.
4. Annual Departure adalah jumlah keberangkatan tahunan pesawat.
5. Menghitung equivalent annual departure pesawat rencana dengan cara:

$$\text{Log } R1 = (\text{Log } R2) \times \left(\frac{W2}{W1}\right)^{\frac{1}{2}}$$

(
2.
1
)

Dimana:

R1 = Equivalent annual departure pesawat rencana

R2 = Annual departure yang dikonversi ke pesawat rencana

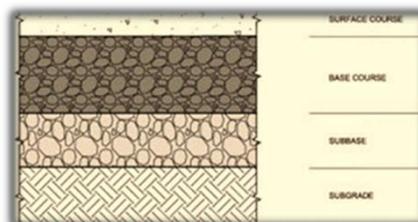
W1 = Beban roda pesawat rencana

W2 = Beban roda pesawat yang dikonversi ke pesawat rencana

Perhitungan Equivalent Annual Departure ini didasarkan pada KP 93 Tahun 2015 – Tentang *Pedoman Perhitungan PCN Perkerasan Prasarana Bandar Udara*

B. PERKERASAN

Berdasarkan Advisory Circular AC No: 150/5320-6F tentang Airport Pavement Design and Evaluation, yang menyebutkan bahwa lapisan perkerasan rigid terdiri dari 4 lapisan seperti tampak pada Gambar berikut:



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2020

ISSN : 2548-8112

Gambar 2 Struktur perkerasan kaku

(Sumber : *Advisory Circular AC No: 150/5320-6F*
tentang *Airport Pavement*
Design and Evaluation)

1. Lapis Pondasi Bawah (Subbase Course)

Standar FAA lapis pondasi bawah untuk perkerasan kaku adalah sebesar 4 inci (102 mm) dengan jenis material adalah P-154, pada lapis pondasi bawah. Dalam beberapa kasus tertentu, diinginkan menggunakan bahan yang berkualitas lebih tinggi atau ketebalan P-154 lebih besar dari 4 inci (102 mm). Bahan berikut yang dapat diterima untuk digunakan sebagai pondasi bawah di bawah perkerasan kaku :

1. P-154 – Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)
2. P-208 – Lapis Pondasi Agregat (*Aggregate Base Course*)
3. P-209 – Lapis Pondasi Agregat Batu Pecah (*Crushed Aggregate Base Course*)
4. P-211 – Lapis Pondasi Batu Kapur (*Lime Rock Base Course*)
5. P-301 – Lapis Pondasi Semen Tanah (*Soil Cement Base Course*)
6. P-304 – Lapis Pondasi Komposit Semen (*Cement Treated Base Course*)
7. P-306 – Lapis Pondasi Beton Ramah Lingkungan (*Ecoconcrete Base Course*)
8. P-401 – Lapis Pondasi Campuran Aspal Komposit (*Plant Mix Bituminous Pavements*)
9. P-403 – Lapis Pondasi HMA (*HMA Base Course*)

Bahan stabil yang diperlukan untuk lapis pondasi bawah mampu melayani beban berat sebesar 100.000 pound (45.359 kg) atau lebih. Kestabilan bahan yang diterima adalah jenis P-304, P-306, dan P-401. Minimal ketebalan lapis pondasi bawah sebesar 4 inci (102 mm).

2. Tanah Dasar (Subgrade)

Tanah dasar di bawah perkerasan kaku harus dipadatkan. Penggalian dan penimbunan kembali meliputi kontrol konstruksi dan pemadatan tanah dasar.

Banyak metode yang digunakan untuk menentukan daya dukung tanah dasar, dari cara yang sederhana sampai kepada cara yang rumit seperti **CBR** (*California Bearing Ratio*), **MR** (*Resilient Modulus*), dan **K** (*Modulus Reaksi Tanah Dasar*). Di Indonesia daya dukung tanah dasar untuk kebutuhan perencanaan tebal lapisan perkerasan ditentukan dengan menggunakan pemeriksaan CBR.

Untuk perencanaan perkerasan rigid dengan subgrade akan mempengaruhi performa konstruksi. Dalam hal ini nilai *CBR* akan dikonversi menjadi nilai modulus *K* untuk penentuan lapisan subbase. Maka, digunakan persamaan :

$$k = 28.6929 \times CBR^{0.7788} \quad (2.2)$$

AC No: 150/5320-6F

$$k = \left[\frac{1500 \times CBR}{26} \right]^{0,7788} \quad (2.3)$$

AC No: 150/5320-6D

Dimana *k* = modulus reaksi tanah dasar
Pengambilan nilai *CBR* pada perhitungan ini didasarkan oleh nilai PCN pada Apron di Bandar Udara Rahadi Oesman yaitu PCN 21 F/C/Y/T, dimana C pada nilai PCN tersebut memiliki nilai *CBR* 6%.

3. Stabilized Base (lapisan pondasi atas yang distabilkan)

Pondasi atas yang telah distabilkan dibutuhkan untuk semua perkerasan kaku baru yang dirancang jika berat total pesawat udara lebih besar dari 445 kN (> 100.000 lbs). Lapisan ini harus ditambahkan diatas lapisan pondasi bawah dengan menggunakan salah satu bahan stabilisasi di berikut ini:

- Item P-304 (Cement Treated Base Course)

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2020

ISSN : 2548-8112

- Item P-306 (Econocrete Subbase Course)
- Item P-401 (Plant Mix Bituminous Pavements)

4. **Surface (lapisan permukaan), Pelat Beton**

Berdasarkan Advisory Circular AC No: 150/5320-6F tentang Airport Pavement Design and Evaluation. Permukaan beton harus memberikan tekstur nonskid, mencegah infiltrasi permukaan air ke tanah dasar, dan memberikan dukungan struktural untuk roda gigi pesawat terbang. Kualitas dari beton, tes penerimaan dan kontrol, metode konstruksi dan penanganan, dan kualitas pengerjaan tercakup dalam Item P-501 Portland Cement Concrete Pavement. Lihat AC 150 / 5370-10, Butir P-501 untuk diskusi tambahan tentang PCC spesifikasi.

Pelat beton adalah pelat yang terbuat dari campuran antara semen Portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Pelat beton harus dapat berfungsi:

- 1) Menjaga lapisan pondasi bawah dari kemungkinan masuknya air permukaan,
- 2) Memikul gaya yang diakibatkan beban roda pesawat udara,
- 3) Memberikan permukaan yang halus dan nyaman bagi roda pesawat udara, serta bebas dari partikel-partikel yang berbahaya bagi pesawat udara dan manusia.

C. **Metode FAA Manual**

Metode KP 93 Tahun 2015 adalah prosedur mendesain tebal struktur perkerasan lentur maupun kaku dengan cara manual atau tidak menggunakan aplikasi. Penghitungan tebal struktur perkerasan mengacu dengan tabel grafik yang ada pada KP 93 Tahun 2015.

Dalam penghitungan tebal struktur perkerasan pada penulisan perencanaan *rigid* di Bandar Udara Rahadi Oesman Ketapang

ini penulis menggunakan struktur perkerasan rigid.

D. **Metode FAA Software (FAARFIELD)**

Metode FAA 150/5320-6F yang menggunakan software FAARFIELD (Federal Aviation Administration Rigid and Flexible Iterative Elastic Layered Design) merupakan suatu program komputer untuk mendesain tebal perkerasan lentur maupun kaku pada landasan pacu bandar udara. Prosedur perhitungan dan desain ketebalan dalam program ini berdasarkan metode FAA 150/5320-6E.

E. **Metode COMFAA**

Penentuan nilai PCN menggunakan program COMFAA ini mengikuti prinsip dan prosedur yang secara rinci tertera dalam standar terbaru yang diterbitkan oleh FAA pada tahun 2014 yaitu Advisory Circular/AC 150/5335-5C. Program COMFAA adalah suatu program komputer dengan tujuan untuk melakukan perhitungan Aircraft Classification Number (ACN) dan perhitungan pavement classification number (PCN). Program COMFAA dikembangkan dengan konsep Cumulative Damage Factor (CDF), yaitu dengan menghitung efek gabungan dari beberapa pesawat (gabungan pesawat) yang beroperasi di bandar udara.

F. **Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Dalam merencanakan struktur rigid di Bandar Udara Rahadi Oesman Ketapang ini diperlukan adanya perhitungan mengenai Rencana Anggaran Biaya. Hal ini berfungsi agar penggunaan dana yang dibutuhkan sesuai dengan jumlah kebutuhan perencanaan tersebut. RAB berfungsi untuk menetapkan jumlah total biaya pekerjaan yang menguraikan masing – masing item pekerjaan yang dibangun.

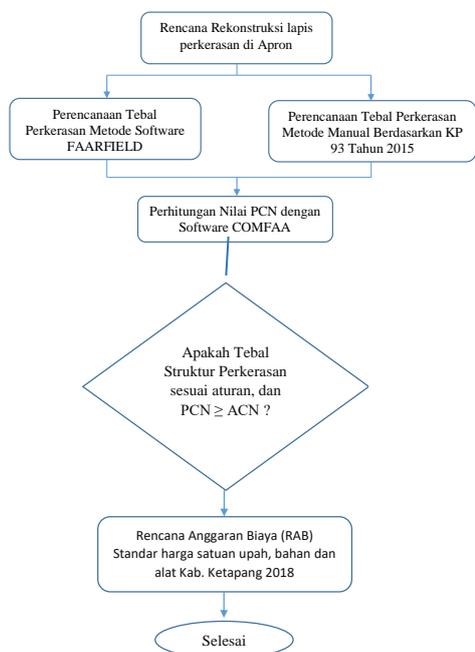
Dalam penelitian ini untuk merencanakan Rencana Anggaran Biaya

(RAB), penulis berpedoman pada PM 78 Tahun 2014 tentang Standar Biaya di Lingkungan Kementerian Perhubungan.

I. METODE PENELITIAN

A. Bagan Alur Penelitian

Kerangka Berpikir adalah penjelasan sementara terhadap suatu gejala yang menjadi objek permasalahan. Kerangka berpikir ini disusun dengan berdasarkan pada tinjauan pustaka dan hasil penelitian yang relevan atau terkait, kerangka berfikir suatu permasalahan dapat dilihat pada gambar



Gambar 3 Bagan Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Pesawat Terkritis

Pesawat udara memiliki beberapa konfigurasi roda pesawat, setiap jenis roda pesawat mempunyai pembebanan yang berbeda, dan sangat mempengaruhi terhadap kondisi perkerasan. Semakin besar beban yang melewati perkerasan dengan masing-masing beban dari pesawat tersebut di bagi ke setiap roda pendaratan akan berpengaruh besar, apabila semakin banyak roda dari

pesawat maka semakin banyak juga beban yang dibagi dari pesawat udara itu dan begitu juga sebaliknya jika beban pesawat dibagi dengan roda pendaratan yang lebih sedikit akan lebih besar merusak perkerasan. Berikut merupakan jenis pesawat yang beroperasi di Bandar Udara rahadi Oesman Ketapang beserta tipe roda dan MTOW nya :

Tabel 2 Penentuan Pesawat Terkritis

Jenis Pesawat	Susunan Roda	MTOW		Annual Departure
		lbs	kg	
ATR 72 - 600	DUAL WHEEL	50.266	22.800	5662

B. Perhitungan Tebal Perkerasan Metode FAA Manual

a. Subgrade (Tanah Dasar)

Pada perencanaan perkerasan kaku diperlukan nilai modulus pondasi. Nilai modulus pondasi ini dapat dinyatakan sebagai modulus reaksi tanah dasar (k), dimana hasilnya nanti akan di plot ke grafik tebal subbase yang terdapat dalam KP 93 Tahun 2015. Rumus untuk mengonversi nilai CBR ke nilai modulus reaksi tanah dasar berdasarkan persamaan (2.4) adalah sebagai berikut:

$$k = \left[\frac{1500 \times CBR}{26} \right]^{0,7788}$$

AC No: KP 93 Tahun 2015

$k = \text{Modulus reaksi tanah dasar}$

Pengambilan nilai CBR pada perhitungan ini didasarkan oleh nilai PCN pada Apron di Bandar Udara Rahadi Oesman yaitu PCN 21 F/C/Y/T, dimana C pada nilai PCN tersebut memiliki nilai CBR 6%, untuk itu peneliti menggunakan CBR tanah dasar minimum yaitu 6%. Maka data CBR akan diinput ke dalam persamaan dan didapat nilai sebagai berikut :

$$k = \left[\frac{1500 \times 6}{26} \right]^{0,7788}$$

$k = 94,96 \text{ Pci} \approx 95 \text{ Pci}$

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNTP) TAHUN 2020

ISSN : 2548-8112

Jadi nilai K yang telah diasumsikan oleh CBR 6% yaitu sebesar 95 Pci

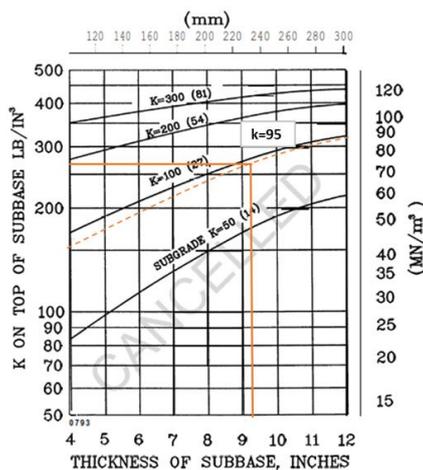
b. Subbase (Pondasi Bawah)

Setelah didapatkan nilai modulus reaksi tanah dasar (k), yaitu $k = 95 \text{ pci}$, maka tebal subbase dapat ditentukan dengan plotting pada grafik tebal subbase. Menurut SE 7 Tahun 2014 syarat nilai CBR subbase $\geq 25\%$, maka digunakan CBR subbase sebesar 25%. Nilai K subbase adalah:

$$k = \left[\frac{1500 \times 25}{26} \right]^{0,7788}$$

$$k = 288,5 \text{ Pci} \approx 289 \text{ Pci}$$

Proyeksi nilai k subgrade = 95 pci dan k subbase = 289 pci pada grafik dapat dilihat pada gambar grafik yang diambil dari AC No: 150/5320-6D berikut ini:



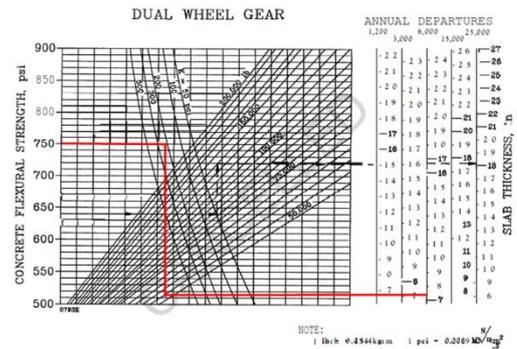
Gambar 4 Grafik perhitungan tebal subbase (Sumber: KP 93 Tahun 2015 Pedoman Teknis Operasional dan Perhitungan PCN)

Didapatkan, tebal subbase minimum adalah 9,2 inch atau 23,37 cm. untuk memberikan nilai safety dalam perencanaan tebal subbase, maka dipilih yaitu 24 cm.

c. Slab Beton

Untuk menentukan perencanaan tebal slab beton / pelat beton pada perkerasan rigid maka perlu dilakukan proyeksi beberapa nilai ke grafik perhitungan tebal slab beton.

Nilai flexural strength direncanakan adalah 750 psi. Cara tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 5 Grafik perhitungan tebal slab beton (Sumber: KP 93 Tahun 2015 Pedoman Teknis Operasional dan Perhitungan PCN)

Proyeksikan nilai flexural strength 750 psi, dipilih 750 psi karena menggunakan mutu beton K-450 yang setelah 28 hari mempunyai kuat lentur $f_r = 4,81 \text{ Mpa}$ atau 50 kg/cm^2 sehingga diperoleh nilai flexural strength 730 psi dan dibulatkan menjadi 750 psi dari nilai ini ditarik garis lurus secara horizontal ke arah kanan menuju ke grafik K subbase yaitu 289 Pci, yang kemudian ditarik pada nilai k subbase yaitu 289 pci ke arah vertikal bawah menuju ke grafik MTOW pesawat rencana, lalu tarik lagi garis ke nilai tebal perkerasan sesuai annual departure yaitu 5662. Dengan menggunakan cara tersebut, maka didapatkan tebal slab beton / pelat beton adalah 7,5 inch atau 19,05 cm $\approx 20 \text{ cm}$.

Setelah dilakukan perhitungan rencana tebal perkerasan pada apron dengan daya dukung tanah dasar (CBR) 6% menggunakan cara-cara diatas maka didapatkan tebal perkerasan seperti berikut:

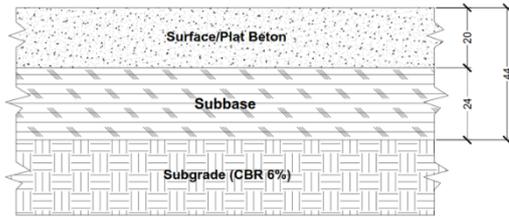
- Tebal subbase = 24 cm ($k = 289 \text{ pci}$)
- Tebal slab beton = 20 cm ($f_s = 750 \text{ psi}$)

Rencana tebal perkerasan dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNTP) TAHUN 2020

ISSN : 2548-8112



Gambar 5 Rencana Tebal Perkerasan

C. Perhitungan Tebal Perkerasan Metode FAA FAARFIELD

a) Buat job baru

Klik tab “New Job”, kemudian copy Section Name “New Rigid” ke dalam job yang telah dibuat. Lihat gambar dibawah ini:



Gambar 6 Tampilan New Job pada FAARFIELD

b) Penentuan Struktur yang dipakai

Masuk ke tab “Structure”, lalu modifikasi dan tentukan jenis struktur yang akan digunakan pada perkerasan rigid. Berikut adalah tabel material yang dapat digunakan pada perencanaan, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3 Ketebalan Lapisan Minimum untuk Struktur Perkerasan Kaku

Layer Type	FAA Specification Item	Maximum Airplane Gross Weight Operating on Pavement, lbs (kg)		
		<12,500 (5,670)	< 100,000 (45,360)	≥ 100,000 (45,360)
PCC Surface	P-501, Portland Cement Concrete (PCC) Pavements	5 in. (125 mm)	6 in. (150 mm)	6 in. (150 mm)
Stabilized Base	P-401 or P-403; P-304; P-306	Not Required	Not Required	5 in. (125 mm)
Base	P-208, P-209, P-211, P-301	Not Required	6 in. (150 mm)	6 in. (150 mm)
Subbase ^{1,2}	P-154, Subbase Course	4 in. (100 mm)	As needed for frost or to create working platform	As needed for frost or to create working platform

Dipilih untuk subbase, menggunakan item P-209 (Crushed Aggregate). Serta stabilized base dibutuhkan untuk semua perkerasan kaku yang baru untuk mengakomodasi pesawat dengan berat 100.000 pounds (45.400 kg) atau lebih, sehingga dipilih item P-304 (Cement Treated Base Course) sebagai lapisan base, dan item P-501 (Portland Cement Concrete) atau PCC

sebagai permukaan perkerasan rigid (surface).

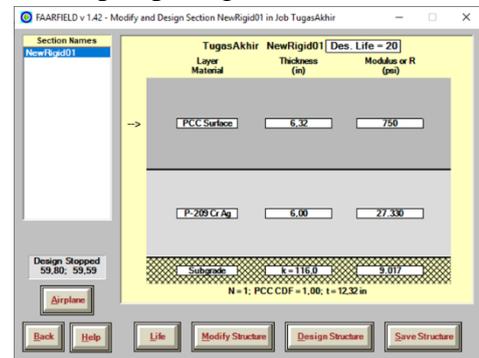
Untuk kekuatan subgrade atau tanah dasar, berdasarkan data Bandar Udara Rahadi Oesman memiliki nilai CBR 6%, maka nilai k dapat dicari dengan cara berikut dengan menggunakan persamaan yang didapat dari AC No: 150/5320-6F:

$$k = 28.6929 \times CBR^{0.7788}$$

$$k = 28,6929 \times 6^{0,7788}$$

$$k = 115,82 \text{ Pci} \approx 116 \text{ Pci}$$

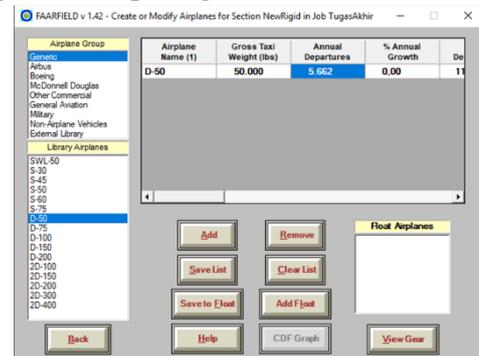
Data yang dibutuhkan sudah didapatkan, maka desain struktur dapat dimodifikasi seperti tampak pada gambar dibawah ini:



Gambar 7 Hasil modifikasi material yang digunakan

c) Data annual departure

Pilih tab “Airplane” untuk memasukkan data pesawat yang beroperasi beserta MTOW nya, dan masukkan juga annual departure masing-masing tipe pesawat. Dapat dilihat pada gambar berikut ini :

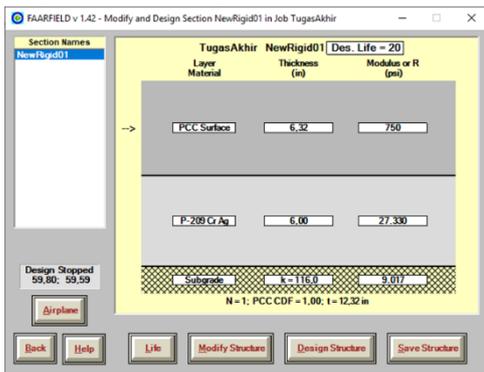


Gambar 8 Data pesawat yang beroperasi beserta annual departure

d) Hasil tebal perkerasan

Setelah semua data dimasukkan, yaitu data pesawat, annual departure, jenis perkerasan yang akan digunakan, serta kekuatan tanah dasar eksisting. Maka tebal perkerasan rencana sudah dapat diperhitungkan oleh aplikasi.

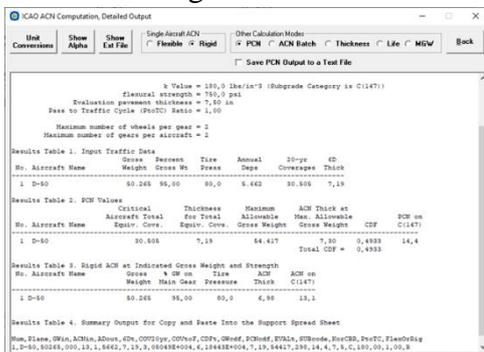
Hasil perhitungan oleh aplikasi FAARFIELD dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 9 Hasil perhitungan tebal perkerasan FAARFIELD

D. Perencanaan Nilai PCN Menggunakan COMFAA

a. Hasil Perhitungan Manual

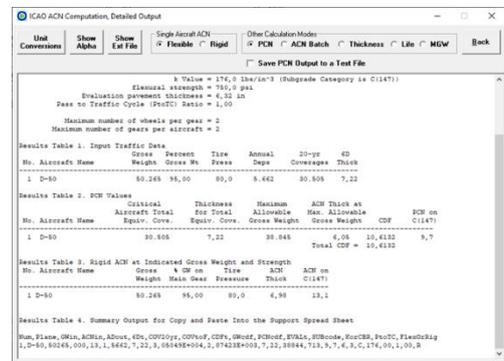


Gambar 10 Hasil Perhitungan COMFAA dari metode manual

Berdasarkan Advisory Circular/AC 150/5335-5C, diisyaratkan hasil “ 6D Thickness ” tidak boleh melebihi nilai Evaluation Pavement Thickness (tebal evaluasi/slab beton). serta nilai CDF (Cumulative Damage Factor) yang disyaratkan adalah ≤ 1 .

Dapat dilihat dari hasil running software COMFAA berdasarkan perhitungan manual yaitu, memiliki nilai 6D Thick sebesar 7,19, dan nilai total CDF (Cumulative Damage Factor) sebesar 0.4933, artinya nilai ini sudah memenuhi syarat yaitu $0.4933 \leq 1$ dan nilai 6D Thick juga di bawah nilai Tebal evaluasi/slab beton (Evaluation Pavement Thickness) yaitu $7,19 \leq 7.50$. Dengan nilai PCN = 14.4 untuk mengakomodir pesawat terkritis. Maka dapat dikatakan bahwa struktur perkerasan yang dirancang mampu menanggung beban lalu lintas, dan ketebalan PCC surface 7.5 inch bisa digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan apron.

b. Hasil Perhitungan Metode Software FAARFIELD



Gambar 11 Hasil Perhitungan COMFAA dari FAARFIELD

Tampak diatas pada kotak merah nomor 1 adalah tebal evaluasi surface (slab beton) maksimal, sehingga nilai “6D thickness” pada kotak nomor 2 tidak boleh ada yang melebihi nilai tersebut, serta nilai CDF (Cumulative Damage Factor) yang disyaratkan adalah ≤ 1 . Namun pada kotak nomor 2, ketebalan untuk masing-masing pesawat udara sudah melebihi batas maksimal, dan pada kotak nomor 3 dapat dilihat nilai CDF berdasarkan perhitungan adalah **10,4132**. Dan dilihat dari nilai PCN \leq ACN pesawat, sehingga sudah dapat dipastikan bahwa struktur tersebut tidak dapat digunakan dalam perencanaan.

E. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perhitungan volume dapat dilakukan setelah perencanaan tebal perkerasan serta perhitungan PCN selesai dilakukan. Hasil dari perencanaan tebal perkerasan menjadi dasar dari perhitungan volume pekerjaan, tiap-tiap lapisan perkerasan rencana dihitung hingga menjadi total bahan yang dibutuhkan untuk melaksanakan perpanjangan landas pacu.

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek. Hasil perhitungan volume pekerjaan rekonstruksi Apron dikalkulasi dengan harga barang dan jasa daerah setempat yaitu wilayah Ketapang – Kalimantan Barat. Dari RAB tersebut kita akan mendapatkan biaya yang dibutuhkan untuk melaksanakan Pekerjaan Rekonstruksi Apron di Bandar Udara Rahadi Oesman Ketapang – Kalimantan Barat. Berikut ini merupakan daftar uraian pekerjaan dan total RAB yang ditentukan :

Fasilitas : Airside

Pekerjaan : Rekonstruksi Apron

Lokasi : Bandar Udara Rahadi Oesman Ketapang – Kalimantan Barat

Tabel 4 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pekerjaan Rekonstruksi Apron

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Biaya Satuan Umr (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5
1	Pekerjaan Persiapan	11.424 m ²	Rp. 20.080,09	Rp. 229.394.925,35
2	Pekerjaan Pengukuran	11.424 m ²	Rp. 4.631,52	Rp. 52.910.442,48
3	Pekerjaan Pengangkutan Konstruksi	2.993 m ³	Rp. 706.893,36	Rp. 1.833.948.542,45
4	Pekerjaan Pembersihan	11.424 m ²	Rp. 2.447,25	Rp. 27.957.331,22
5	Pekerjaan Pemadatan Tanah	228 m ³	Rp. 187.875,71	Rp. 42.925.841,65
6	Mobilisasi dan Demobilisasi	2 m	Rp. 2.972.888,00	Rp. 5.945.776,00
7	Pekerjaan Bekisting	58 m ²	Rp. 1.227.611,07	Rp. 71.201.442,23
8	Beton Semen-Berikat Murni K-150	2.285 m ³	Rp. 2.337.062,00	Rp. 5.330.719.268,27
			Jumlah	Rp. 7.663.003.569,60
			PPN 10%	Rp. 766.300.356,96
			Total Jumlah	Rp. 8.363.303.926,56
			Dibulatkan	Rp. 8.363.304.000,00

Terbilang : Delapan miliar tiga ratus enam puluh tiga juta tiga ratus empat puluh enam rupiah

PENUTUP

a. Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah dianalisa dan diperhitungkan maka dapat disimpulkan hasil sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pada tabel di atas ditunjukkan bahwa perencanaan tebal lapis perkerasan menggunakan metode FAARFIELD FAA tidak dapat memenuhi kebutuhan tebal lapis perkerasan yang diinginkan, sedangkan pada perencanaan tebal lapis perkerasan menggunakan metode perhitungan manual berdasarkan KP 93 Tahun 2015, sudah memenuhi kebutuhan tebal lapis perkerasan yang sesuai dengan beban pesawat terkritik yang beroperasi di Bandar Udara Rahadi Oesman dengan acuan PCN ≥ ACN. Sehingga pada penelitian ini penulis menggunakan metode manual untuk perhitungan tebal perkerasan
2. Melanjutkan poin pertama, nilai PCN yang diperoleh dari hasil perhitungan aplikasi COMFAA adalah 14,4 F/C/Y/T. Dengan cara memasukkan data annual departure pesawat yang beroperasi serta pesawat rencana, serta memasukkan nilai tebal perkerasan yang didapat dari perhitungan FAARFIELD, kemudian dimasukkan nilai kuat tarik (flexural strength) rencana, yang dipadukan dengan data tanah dasar lapangan. Sehingga didapat nilai PCN tersebut, yang direncanakan mampu menampung beban pesawat ATR 72-600 dengan ACN 13,1.
3. Dalam perencanaan ini, penulis merencanakan perubahan lapisan perkerasan pada Apron dari flexibel ke rigid, dikarenakan sesuai kelebihan dari rigid sendiri yang mampu bertahan dalam jangka panjang serta dapat menampung beban statis.
4. Setelah melakukan perhitungan tebal lapis perkerasan, dilanjutkan menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk merealisasikan jumlah anggaran yang akan di butuhkan untuk

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2020

ISSN : 2548-8112

mengerjakan pekerjaan Rekonstruksi Apron. Didapat total anggaran yang diperlukan dari uraian pekerjaan Apron sesuai PM 78 Tahun 2014 yaitu sebesar Rp 8.363.304.000,00.

5. Segala kebutuhan Harga Satuan Bahan dan Upah Kerja diambil dari HSPK Ketapang Tahun 2020.

b. Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan, maka ada baiknya apabila pengelola bandar udara melakukan hal sebagai berikut :

1. Dalam melakukan penelitian ini penulis menggunakan dua metode FAA yaitu berdasarkan perhitungan Manula dan berdasarkan Software FAARFIELD. Sehingga dapat dikatakan dalam merencanakan kebutuhan tebal lapis perkerasan boleh dilakukan kedua metode tersebut sebagai validasi terhadap hasil akhir dari pekerjaan metode tersebut.
2. Karena tidak dilakukan perencanaan desain marka di apron pada perencanaan ini, maka ada baiknya bila penelitian ini akan dilanjutkan, perencanaan desain marka dilakukan agar penelitian dapat menjadi lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Federal Aviation Administration*. 1995, Advisory Circular AC 150/5320-6F Airport Pavement Design and Evaluation.
- [2] *Federal Aviation Administration*. 2014, Advisory Circular/AC 150/5335-5C Airport Pavement Design and Evaluation.
- [3] Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. 2019, KP 326 Tahun 2019 Tentang Standar Teknis Dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (*Manual Of Standard CASR – Part*)

Volume I Bandar Udara (Aerodrome). Jakarta: Kementerian Perhubungan

- [4] ICAO. 2009, *Annex 14, Volume 1 for Aerodrome Design and Operations*. Montreal: *International Civil Aviation Organization*.
- [5] International Civil Aviation Organization. 2005. *Doc 9157-AN/901 Aerodrome Design Manual Part 2 Taxiways, Aprons and Holding Bays Fourth Edition*. ICAO.
- [6] Peraturan Menteri No 78. 2014. *Standar Biaya di Lingkungan Perhubungan*.
- [7] *Pavement Management System (PMS)*, Bandar Udara Rahadi Oesman, Ketapang, 2019
- [8] Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. 2014. Surat Edaran Nomor 7. “*Pedoman Penyesuaian Rencana Kerja dan Syarat (RKS), dan Spesifikasi Teknis Pekerjaan Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara*”. Jakarta: Departemen Perhubungan.
- [9] Keputusan Pemerintah 93 Tahun 2015, “*Pedoman Teknis Dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil – Bagian 139-24 (Advisory Circular Casr – Part 139-24) Pedoman Perhitungan PCN (Pavement Classification Number) Perkerasan Prasarana Bandar Udara*”.
- [10] Harga Satuan dan Pedoman Kerja. Ketapang. 2020
- [11] Erian Aria Wijaya. (2018), “*Perencanaan tebal perkerasan pada perpanjangan landas pacu runway 31 Bandar Udara Internasional Lombok*” Politeknik Penerbangan Surabaya.