

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2020

ISSN : 2548-8112

PERENCANAAN TEBAL LAPIS PERKERASAN PERPANJANGAN RUNWAY PADA THRESHOLD 01 DI BANDAR UDARA KELAS I KALIMARAU

ACHMAD ADE ZAELANI¹

¹ Program Studi D3 Teknik Bangunan Dan Landasan, Politeknik Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Email: achmadade88@gmail.com

Abstrak

Bandar Udara Kelas I Kalimantan yang berlokasi di Tanjung Redeb Berau memiliki dimensi runway 2250 m x 45 m dengan menggunakan perkerasan lentur. Bandar Udara Kalimantan dikelola oleh Direktorat Jendral Berhubungan Udara, memiliki titik koordinat 02° 09'00" N dan 117° 02' 00" E. Untuk saat ini pesawat terbesar yang beroperasi adalah Boeing 737-500 yang mempunyai ARFL 1830. Pesawat yang beroperasi di Bandar Udara Kalimantan adalah Boeing 737-500 (sriwijaya), ATR 72 – 500 (wing, express), Bombardier CRJ 1000 NextGen (Garuda), Airbus 320 (Batik), Boeing 737 – 800 (sriwijaya) (sumber: UPBU Kalimantan). Oleh karena itu tugas akhir ini disusun guna menyampaikan bagaimana merencanakan panjang landas pacu dan tebal perkerasannya dengan mengacu pada Master plan. Metode tebal perkerasan yang digunakan yaitu *International Civil Aviation Organization (ICAO)* dan *Federal Aviation Administration (FAA)* yang dilakukan dengan perhitungan manual (grafik) dan *software FAARFIELD*, sedangkan untuk menghitung PCN menggunakan *software COMFAA*. Dari hasil perencanaan ini diketahui panjang landas pacu sesuai pada master plan dengan panjang 3.500 m dan untuk tebal total perkerasan adalah 30 inch. Ini termasuk lapisan permukaan (*surface*) 4 inch, stabilisasi aspal (*ATB*) 5 inch, lapis pondasi atas (*Base Course*) 6 inch, dan lapis pondasi bawah (*Subbase*) 15 inch. Sedangkan untuk kemiringan melintang pada landas pacu sebesar 1,5 % dan kemiringan memanjang sebesar 1 % dengan biaya pelaksanaan yang diperoleh dari perhitungan RAB untuk pekerjaan perpanjangan landas pacu sebesar Rp. 27.578.192.000,00. ,-

Kata kunci : Runway, Perencanaan Landas Pacu, Tebal Perkerasan, ICAO, FAA

Abstract

Kalimantan Class I Airport, located at Tanjung Redeb Berau, has a runway dimension of 2250 m x 45 m using flexible pavement. Kalimantan Airport is managed by the Directorate General of Civil Aviation, has coordinates 02° 09'00" N and 117° 02' 00" E. For now the largest aircraft in operation is the Boeing 737-500 which has ARFL 1830. At Kalimantan Airport are Boeing 737-500 (Sriwijaya), ATR 72 - 500 (wing, express), Bombardier CRJ 1000 NextGen (Garuda), Airbus 320 (Batik), Boeing 737 - 800 (Sriwijaya) (source: UPBU Kalimantan). Therefore, this final project is prepared to convey how to plan the length of the runway and pavement thickness by referring to the Master plan. The pavement thickness method used is the International Civil Aviation Organization (ICAO) and the Federal Aviation Administration (FAA) which is done by manual calculations (graphics) and FAARFIELD software, while to calculate PCN using the COMFAA software. From the results of this plan, it is known that the length of the runway is in accordance with the master plan with a length of 3,500 m and the total thickness of the pavement is 30 inches. These include a 4 inch surface layer, 5 inch asphalt stabilization (ATB), a 6 inch Base Course, and a 15 inch Subbase. Meanwhile, the transverse slope on the runway is 1.5% and the longitudinal slope is 1% with the implementation cost obtained from the calculation of the RAB for the runway extension work of Rp. 27,578,192,000.00. ,-

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

PENDAHULUAN

Bandar Udara Kalimantan didirikan tahun 1976 dengan kategori bandara perintis. Fasilitas Bandar Udara Kalimantan telah beberapa kali dilakukan peningkatan, diantaranya mulai peningkatan landas pacu

(runway) dan peralatan navigasi yang kemudian menjadikan Bandar Udara Kalimantan sebagai bandar udara Kelas I.

Sejarah awal berdirinya Bandar Udara Kalimantan mempunyai panjang runway hanya 650 meter mengingat pesawat yang mendarat hanya pesawat kecil jenis MAF

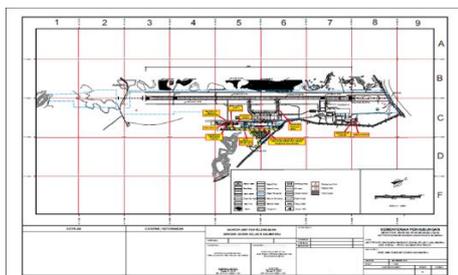
PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2020

ISSN : 2548-8112

506 dengan jumlah penumpang 5 orang dan 2 awak pesawat. Pesawat jenis ini, sering disebut pesawat Capung dan Apron saat itu masih menggunakan plat. Memasuki periode tahun 1990-an dilakukan peningkatan dengan pesawat yang mendarat dengan jenis Cassa dengan Airlines Deraya, Pelita, Asahi, DAS dengan type 100 dan 200 dengan menggunakan landasan lama yang berada tepat di sisi jalan raya Teluk Bayur. Sehubungan dengan telah banyak dilakukan pengembangan dan renovasi untuk peningkatan fasilitas, jenis pesawat yang mendarat juga mengalami peningkatan pada tahun 2002 dibandingkan yakni jenis ATR 42 milik perusahaan penerbangan yang beroperasi di Kalimantan seperti Deraya, DAS, dan Kal Star.

Bandar Udara Kelas I Kalimantan yang berlokasi di Tanjung Redeb Berau memiliki dimensi runway 2250 m x 45 m dengan menggunakan perkerasan lentur. Bandar Udara Kalimantan dikelola oleh Direktorat Jendral Berhubungan Udara, memiliki titik koordinat 02o 09'00'' N dan 117 o 26' 00'' E. Untuk saat ini pesawat terbesar yang beroperasi adalah Boeing 737-800 yang mempunyai ARFL 2255. Pesawat yang beroperasi di Bandar Udara Kalimantan adalah Boeing 737-500 (sriwijaya), ATR 72 – 500 (wing, express), Bombardier CRJ 1000 NextGen (Garuda), Airbus 320 (Batik), Boeing 737 – 800 (sriwijaya) (sumber: UPBU Kalimantan).



Gambar 1 Layout Bandar Udara Kalimantan

Untuk mengantisipasi meningkatnya jumlah trafik penerbangan di masa yang akan datang yang cenderung bertambah, maka perlu dirancang kembali mengenai fasilitas sisi udara yang salah satunya mengenai perpanjangan landas pacu yang

terkait dengan tebal perkerasan, dimana panjang landas pacu yang ada saat ini 2.250 meter dan daya dukungnya sebesar 50 F/C/X/T. Dengan melihat pesawat terbesar yang baru beroperasi pada tanggal 21 Maret 2020 yaitu B 737 – 800 yang memiliki panjang ARFL (Aeroplane Reference Field Length) 2.254 meter, seharusnya belum memenuhi syarat untuk melakukan take off dengan beban maksimal, Oleh karena itu dibutuhkan perpanjangan landas pacu dengan panjang 450 meter yang mengacu pada data master plan.

Untuk mendukung perpanjangan landas pacu dalam menahan beban pesawat udara yang beroperasi di Bandar Udara Kelas I Kalimantan, maka perlu dilakukan perencanaan tebal perkerasan pada perpanjangan landas pacu tersebut. Berdasarkan uraian masalah tersebut, maka judul Tugas Akhir yang dibahas yaitu: “PERENCANAAN TEBAL LAPIS PERKERASAN PERPANJANGAN RUNWAY DI THRESHOLD 01 BANDAR UDARA KELAS I KALIMANTAN”.

TINJAUAN PUSTAKA

A. LANDASAN TEORI

Beberapa teori yang dijadikan acuan pada penulisan tugas akhir ini berkaitan dengan masalah yang akan dibahas, yaitu PERENCANAAN TEBAL LAPIS PERKERASAN PERPANJANGAN RUNWAY DI THRESHOLD 01 BANDAR UDARA KELAS I KALIMANTAN.

Adapun acuan teori dan ketentuan-ketentuan yang akan digunakan sebagai landasan teori adalah sebagai berikut :

1. Teori-teori Penunjang

- a. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2001, Bab I Pasal 1-3 Tentang Keamanan dan keselamatan penerbangan adalah suatu kondisi untuk mewujudkan penerbangan dilaksanakan secara aman dan selamat sesuai dengan rencana penerbangan. Keamanan penerbangan adalah keadaan yang terwujud dari penyelenggaraan

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2020

ISSN : 2548-8112

penerbangan yang bebas dari gangguan atau tindakan yang melawan hukum.

Keselamatan penerbangan adalah keadaan yang terwujud dari penyelenggaraan penerbangan yang lancar sesuai dengan prosedur operasi dan persyaratan kelayakan teknis terhadap sarana dan prasarana penerbangan beserta penunjangnya.

b. Menurut Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara dengan nomor SKEP/161/IX/03 tanggal 3 September tahun 2003 ditetapkan:

a. Setiap penyelenggara Bandar udara dalam melakukan perencanaan/perancangan landas pacu, taxiway, apron pada Bandar udara wajib mematuhi persyaratan teknis dalam ketentuan ini.

b. Dalam perencanaan landas pacu terdapat kode untuk Bandar udara berdasarkan ukuran landas pacu pada table.

c. Landas pacu adalah suatu bidang persegi panjang tertentu di dalam lokasi Bandar udara yang dipergunakan untuk pendaratan dan lepas landas pesawat udara.

d. Faktor-faktor yang harus diperhitungkan dalam perencanaan/perancangan landas pacu adalah :

1. Arah landas pacu (nomor landas pacu) yang merupakan angka yang ditulis di tiap ujung landas pacu yang berhubungan dengan azimuth landas dan berupa bilangan bulat dua digit (dua angka).
2. Kekuatan landas pacu untuk menahan beban dari pesawat yang direncanakan.
3. Permukaan landas pacu untuk menghindari tergelincirnya pesawat pada saat mendarat dan tinggal landas.

e. Perencanaan/ perancangan landas pacu harus memenuhi kekuatan teknis:

1. Panjang landas pacu.
2. Lebar landas pacu.
3. Kemiringan landas pacu, yang meliputi :

- Arah melintang.
 - Arah memanjang.
 - Arah memanjang tiap bagian.
4. Untuk seperempat bagian pertama dan terakhir dari panjang.
 5. Perubahan arah memanjang untuk sudut berurutan.
 6. Perubahan arah memanjang untuk tiap panjang 30m.
 7. Jari-jari peralihan minimum.
 8. Jarak tampak landas pacu.
 9. Jarak antara titik potong dari dua kurva berurutan 45m.
 10. Jarak antara garis tengah landas pacu yang sejajar dari non instrument runway.

2. Teori Mengenai Runway (Landas Pacu)

Landas pacu merupakan tempat peralihan gerakan pesawat dari darat ke udara atau sebaliknya. Pada landas pacu terjadi proses pendaratan dan lepas landas. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya.

a. Landas Pacu (*Runway*)

Landas pacu adalah sebuah wilayah persegi panjang di atas lapangan terbang yang digunakan untuk pendaratan (*landing*) dan lepas landas (*take off*) pesawat (Basuki, Heru, Merancang dan Merencanakan Lapangan Terbang. Penerbit: Alumni, Bandung, 1986;145). Sistem landas pacu terdiri dari perkerasan struktur, bahu landasan (*shoulder*), bantal

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2020

ISSN : 2548-8112

hembusan (*blast pad*), dan daerah aman landas pacu (*runway end safety area*). Pada dasarnya landas pacu diatur sedemikian rupa untuk:

1. Memenuhi persyaratan lalu lintas udara.
2. Meminimalisasi gangguan akibat operasional suatu pesawat dengan pesawat lainnya, serta akibat penundaan pendaratan.
3. Memberikan jarak landas hubung pendek mungkin dari daerah terminal menuju landas pacu.
4. Memberikan jumlah landas hubung yang cukup sehingga pesawat udara yang mendarat dapat meninggalkan landas pacu secepat mungkin dan mengikuti route paling pendek ke arah terminal.

Konfigurasi landas pacu ada beberapa macam, dan konfigurasi itu biasanya merupakan kombinasi dari beberapa konfigurasi dasar (*basic configuration*). Konfigurasi dasar itu adalah :

1. Landas pacu tunggal
2. Landas pacu paralel
3. Landas pacu dua jalur
4. Landas pacu berpotongan
5. Landas pacu V – terbuka.

Landas pacu merupakan titik perpindahan pergerakan transportasi udara dan transportasi darat sehingga dapat dikatakan bahwa landas pacu merupakan elemen kunci infrastruktur bandar udara. Oleh karena itu dilakukan perencanaan yang matang untuk mempertahankan fungsi dari fasilitas bandar udara tersebut selama umur rencananya. Dalam perencanaan landas pacu pada bandar udara, dibutuhkan data-data karakteristik suatu pesawat udara yang akan beroperasi di bandar udara.

A. 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.

B. 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.

C. 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.

D. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

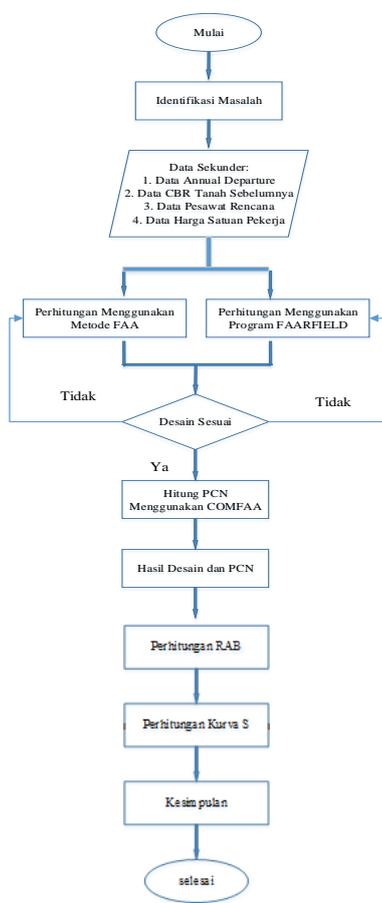
Dalam merencanakan struktur rigid di Bandar Udara Rahadi Oesman Ketapang ini diperlukan adanya perhitungan mengenai Rencana Anggaran Biaya. Hal ini berfungsi agar penggunaan dana yang dibutuhkan sesuai dengan jumlah kebutuhan perencanaan tersebut. RAB berfungsi untuk menetapkan jumlah total biaya pekerjaan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

METODE

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 2 Bagan Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Perencanaan

Perencanaan tebal lapis perkerasan pada perpanjangan landas pacu di Bandar Udara Kelas 1 Kalimantan akan dilakukan pada ujung landas pacu 01 dengan panjang sesuai pada pengembangan master plan bandara

yaitu 450 meter. Hal ini dilakukan agar pesawat terbesar yang telah beroperasi di Bandar Udara Kelas 1 Kalimantan dapat beroperasi dengan maksimal. Untuk perencanaan tebal perkerasan landas pacu didesain dengan menggunakan pesawat terbesar yang telah beroperasi di bandar udara yaitu B737-800.



Gambar 3 Lokasi Pelaksanaan Perpanjangan (google earth)

Untuk tipe perkerasan yang digunakan dalam perpanjangan landas pacu tersebut adalah perkerasan fleksibel, dikarenakan biaya awal konstruksi yang lebih rendah dari pada perkerasan beton (rigid). Perkerasan fleksibel tidak perlu menunggu waktu yang lama saat terjadi perbaikan, sifatnya yang viscous elastis maka perkerasan lentur lebih awet bila melayani lalu lintas dengan kecepatan sedang maupun tinggi. Pada perkerasan fleksibel kerusakan tidak merambat ke bagian konstruksi yang lain, kecuali jika perkerasan terendam air dan pelapisan ulang dapat dilaksanakan pada semua tingkat ketebalan perkerasan yang diperlukan, dan lebih mudah menentukan perkiraan pelapisan ulang.

B. Desain Panjang Landas Pacu

Dari faktor koreksi di atas dapat ditentukan panjang landas pacu yang dibutuhkan pesawat terbesar untuk dapat melakukan *take off* dan *landing* pada kondisi maksimal atau dalam keadaan *MTOW* dengan menghitung *ARFL*. Dengan panjang landas pacu yang telah ditentukan pada master plan telah mencukupi untuk mengakomodir pesawat terbesar *B737 – 800* dengan beban maksimal, maka dilakukan perpanjangan landas pacu sesuai dengan master plan bandar udara.

C. Desain Tebal Perkerasan Landas Pacu

Pada perhitungan tebal perkerasan landas pacu ini akan digunakan metode grafik dan menggunakan *software FAARFIELD* karena parameter yang digunakan tidak hanya *CBR* tanah dasar dan beban pesawat saja, namun juga memperhitungkan keberangkatan tahunan dari pesawat-pesawat yang beroperasi di bandar udara tersebut sehingga perhitungan tebal perkerasan akan lebih detail dan efisien.

D. Menentukan Pesawat Kritis

Roda pendaratan atau *landing gear* sangat berpengaruh pada faktor akibat rusaknya perkerasan. Semakin besar beban yang melewati perkerasan dengan masing-masing beban dari pesawat tersebut dibagi ke setiap roda pendaratan akan berpengaruh besar, apabila semakin banyak roda dari pesawat maka semakin banyak juga sebaliknya jika beban pesawat dibagi dengan roda pendaratan yang lebih sedikit akan lebih besar merusak perkerasan. Untuk roda pendaratan utama yaitu yang ada pada badan pesawat adalah 95% karena *landing gear* pada pesawat merupakan tumpuan utama dari beban pesawat dan *nose gear* menampung beban sebanyak 5% dari beban pesawat.

Dari perhitungan di atas dapat dilihat bahwa pesawat jenis *B 737 - 800* memiliki beban per roda terberat sebesar 18.820 Kg, sedangkan *annual departure* terbanyak yaitu pesawat jenis *ATR 72* 1.825 keberangkatan. Maka, Pesawat jenis *B 737 - 800* sebagai pesawat terbesar yang beroperasi di Bandar Udara Kelas 1 Kalimantan.

E. Menghitung Equivalent Annual Departure

Setelah didapat pesawat terkritik, maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan keberangkatan tahunan ekivalen, maksudnya adalah semua keberangkatan

tahunan pesawat udara yang beroperasi di Bandar Udara Kelas 1 Kalimantan dikonversikan ke dalam jenis roda pendaratan yang sama yaitu ke dalam roda pendaratan pesawat terbesar. Hal ini dilakukan seakan-akan hanya terdapat satu jenis pesawat yang beroperasi di Bandar Udara Kelas 1 Kalimantan.

Perhitungan keberangkatan tahunan ekivalen ini perlu dilakukan untuk proyeksi di dalam grafik ketebalan ekivalen perkerasan nanti. Berikut adalah perhitungan keberangkatan tahunan ekivalen (*R1*) (*FAA, Advisory Circular 150/5320-6D*) untuk pesawat yang beroperasi di Bandar Udara Kelas 1 Kalimantan:

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

$$R1 = 10 \text{Log}^{\text{Log}R2 * \left(\frac{W2}{W1}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

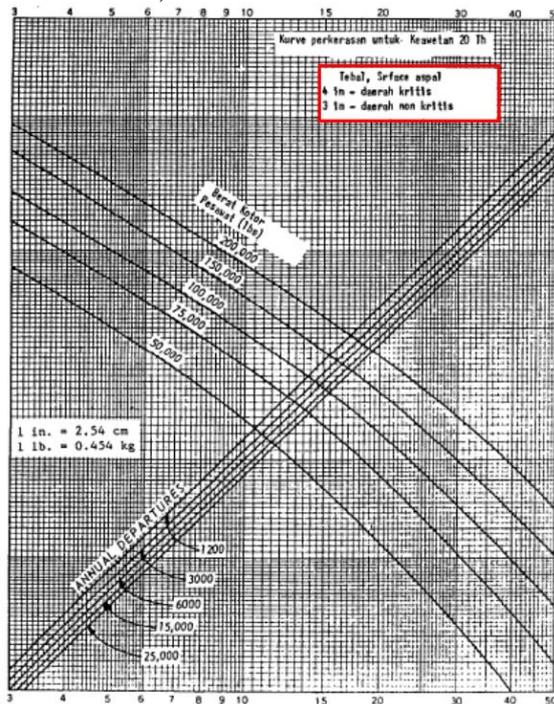
Setelah didapat *R1* dari masing-masing pesawat selanjutnya adalah menjumlahkan total sehingga didapat total *equivalent annual departure* untuk keseluruhan pesawat yaitu sebesar **1188,70**. Angka tersebutlah yang akan diproyeksikan ke dalam grafik tebal perkerasan.

F. Perhitungan Tebal Perkerasan Menggunakan Metode Grafik

Perhitungan tebal perkerasan metode *FAA* dengan cara manual dapat dengan cara memplotting terhadap grafik tebal perkerasan yang sudah disediakan oleh masing-masing perusahaan pesawat terbang, atau bisa juga diambil dari dokumen-dokumen terkait yang menyediakan grafik tebal perkerasan di dalamnya. Data yang diperlukan dalam perencanaan metode *FAA* dengan cara manual adalah sebagai berikut:

- a. Nilai *CBR subgrade*
: 6 % (*AM SBU Kalimantan*)
- b. Nilai *CBR subbase*
: 25 % (*SE07 2014*)
- c. *Equivalent Annual Departure*
: 1188,70

- d. *MTOW* B 737 – 800
: 174700 lbs (*Mos Kp*
326)



Gambar 4 Grafik Tebal Perkerasan *Flexible Pavement Design B 747 (FAA AC 150/5320-6D)*

Keterangan :

= Garis untuk tebal perkerasan total (*CBR 6 %*)

= Garis untuk tebal perkerasan diatas *subbase* (*CBR 25 %*)

Hasil tebal perkerasan didapat dari plot grafik :

Dari grafik di atas, dengan menarik plot pada *CBR subgrade 6%* didapat tebal perkerasan total = 32 inch \approx 81,28 cm (a), angka ini berarti didapat tebal perkerasan yaitu 81,28 cm.

- 1) Dari plot grafik yang sama, dengan menarik plot grafik *CBR* diatas *Subbase* didapat tebal lapisan 14 inch \approx 35,56 cm, angka ini berarti ketebalan *surface* dan *base course* (c + d) di atas lapisan *subbase* yaitu 14 inch \approx 35,56 cm.
- 2) Tebal Lapisan *Subbase* (b)
Dari hasil *plotting* didapat tebal total (a) yaitu 32 inch \approx 81,28 cm dan tebal *base course* + *surface* (

c + d) = 14 inch \approx 35,56 cm, maka tebal lapisan *subbase* adalah:

$$\begin{aligned} (b) &= (a) - (c + d) \\ &= 32 \text{ inch} - 14 \text{ inch} \\ &= 18 \text{ inch} \approx 45,72 \text{ cm} \end{aligned}$$

- 3) Tebal Lapisan *Surface* (d)
Tebal lapisan *surface* untuk daerah kritis = 4 inch \approx 10 cm, sedangkan untuk daerah non kritis = 3 inch \approx 7,7 cm, karena landas pacu termasuk daerah kritis maka diambil untuk tebal *surface* yaitu 4 inch \approx 10 cm. Tebal lapisan *surface* didapatkan berdasarkan jurnal yang ditulis oleh Anton Manonton Nababan tentang “Desain Tebal Perkerasan Dan Panjang Runway Menggunakan Metode FAA”.

- 4) Tebal Lapisan *Base Course* (c)
Setelah mendapatkan tebal lapisan *surface*, maka langkah berikutnya menghitung tebal lapisan *base course*:

$$\begin{aligned} c + d &= 14 \text{ inch} \\ c + 4 \text{ inch} &= 14 \text{ inch} \\ c &= 14 - 4 \\ &= 10 \text{ inch} \approx 25,4 \text{ cm} \end{aligned}$$

G. Perencanaan Tebal Perkerasan menggunakan Software FAARFIELD

Software FAARFIELD digunakan untuk menentukan tebal perkerasan landas pacu berdasarkan data-data pergerakan semua jenis pesawat udara di Bandar Udara Kelas 1 Kalimantan. Dengan *software FAARFIELD* ini didapat perbandingan total perkerasan antara metode grafik dengan metode *software* yang digunakan FAA. Berikut adalah langkah-langkah dari pengoperasian *software FAARFIELD*

1. Buat *section* baru dengan *Pavement Type* yaitu *New Flexible* karena jenis perkerasan yang direncanakan berupa perkerasan fleksibel (aspal).

PROSIDING

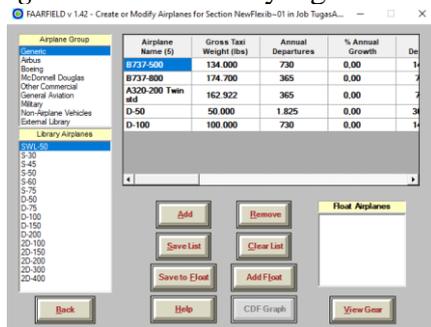
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNTP) TAHUN 2020

ISSN : 2548-8112



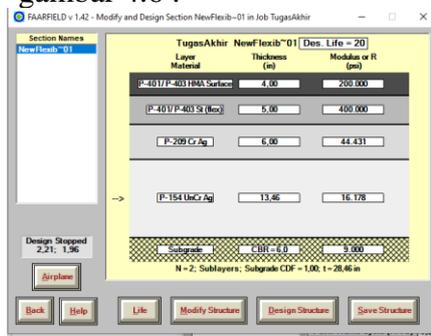
Gambar 5 New flexible FAARFIELD

- Masuk tab *structure* kemudian masuk tab "Airplane" untuk menginputkan jenis pesawat, berikan bebannya, *annual departure*, dan prosentase *annual growth* sesuai data yang dimiliki.



Gambar 6 Airplane FAARFIELD

- Pilih Design Structure untuk melakukan proses perhitungan tebal perkerasan tiap layer yang dibutuhkan. Dan akan menghasilkan data seperti gambar 4.6 :



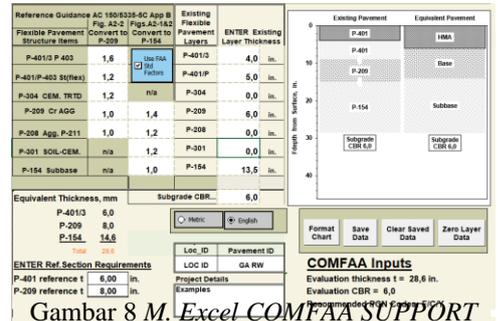
Gambar 7 Analysis Design Pavement

metode grafik dan *software FAARFIELD*, selanjutnya data tebal perkerasan tersebut dimasukkan pada *Ms. Excel Spreadsheet* untuk dievaluasi tebal perkerasannya untuk menentukan nilai *PCN* yang sesuai agar dapat mengakomodir pesawat terbesar, maka perhitungan nilai *PCN* dilakukan dengan program *COMFAA*. Berikut hasil tebal perkerasan dari kedua metode yang diinput pada program *COMFAA* :

Tabel 1 Perbandingan Evaluasi Tebal Perkerasan Dua Metode

Metode	Tabel Perkerasan Hasil Evaluasi Ms. Excel Spreadsheet COMFAA	
	Inch	Cm
Grafik	34	89
FAARFIELD	30	76,2

- Hasil dari *FAARFIELD* dimasukkan ke *excel COMFAA SUPPORT* untuk melihat hasil dari *evaluation thickness*.



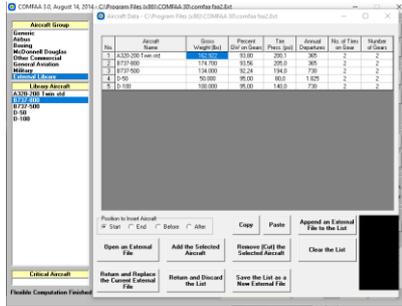
Gambar 8 M. Excel COMFAA SUPPORT

- Setelah mendapatkan *evaluation thickness*, masuk ke program *COMFAA* dengan memasukkan pesawat dan mengganti *annual departure*

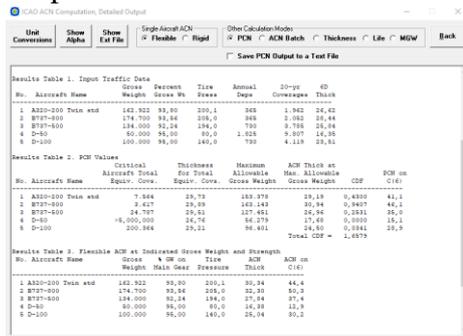
4.2.1 Perhitungan Nilai PCN Menggunakan Software COMFAA

Setelah didapatkan hasil tebal perkerasan landas pacu menggunakan

Gambar 9 annual departure COMFAA



3. Setelah itu mengganti *CBR* dan *Evaluation thickness*. Running pada *PCN Flexible Batch*.



Gambar 10 Hasil Running COMFAA

Hasil evaluasi pada tabel di atas dimasukkan ke dalam software COMFAA untuk menghitung nilai PCN. Setelah didapat hasil kalkulasi nilai PCN yang disajikan dalam tiga tabel yang mengandung informasi tertentu.

- Tabel 1 menunjukkan *summary* dari karakteristik pesawat dan *6D-thickness* yang merupakan kebutuhan tebal perkerasan untuk tiap pesawat yang dihitung berdasarkan aturan FAA AC 150/5320-6D. Secara umum, sebagai evaluasi dimana diharapkan seluruh nilai *6D-thickness* ini lebih kecil dari *evaluation thickness* yang menandakan tebal perkerasan tersebut dalam kondisi baik.
- Tabel 2 berisi informasi nilai PCN tiap pesawat yang dihitung. Pada kolom kedua “*Critical Aircraft Total Equiv. Covs*” berisi informasi mengenai jumlah *coverage* yang diperlukan tiap pesawat sehingga struktur perkerasan mengalami kerusakan. Kolom ketiga “

Thickness For Total Equiv. Covs” berisi informasi mengenai kebutuhan tebal perkerasan untuk mengakomodasi jumlah *coverage* pada kolom sebelumnya. Pada kolom tiga hasil dari perhitungan lebih kecil dari tebal perkerasan yang telah dievaluasi maka dapat dikatakan struktur perkerasan yang dirancang mampu menanggung beban lalu lintas. Pada kolom terakhir menunjukkan nilai PCN setiap pesawat untuk kategori tanah dasar C. Nilai total CDF yang lebih kecil dari 1 mengindikasikan bahwa struktur perkerasan dapat digunakan, tidak hanya menanggung beban lalu lintas yang diberikan pada tabel 1 namun juga mampu menanggung beban hingga dicapai nilai CDF sama dengan 1. CDF (*Cumulative Damage Factor*) merupakan salah satu metode untuk memodelkan kerusakan material yang digunakan dalam penentuan nilai PCN.

- Tabel 3 berisi informasi mengenai spesifikasi pesawat dan di kolom akhir diketahui nilai ACN pada tiap pesawat.
- Tabel 4 berisikan informasi data yang berfungsi memberikan ilustrasi kondisi PCN secara grafis. Nilai ACN pada pesawat rencana B 737 – 800 pada kolom akhir tabel 3 pada COMFAA menunjukkan nilai sebesar 50,3. Maka hasil yang didapat tertera pada table 1.

Tabel 2 Total CDF

	Nilai PCN Dari Tebal Perkerasan Metode Grafik	Nilai PCN Dari Tebal Perkerasan FAARFIELD
	71	46,1
Total CDF	0,0525	1,6579

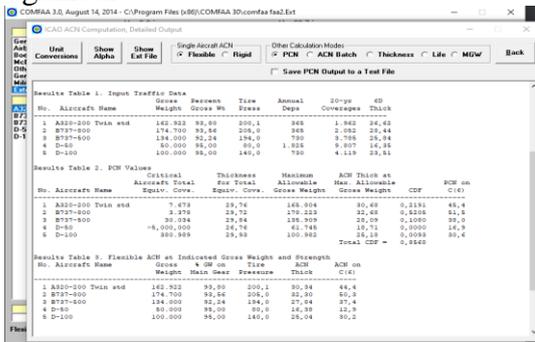
PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2020

ISSN : 2548-8112

Dari hasil yang didapat pada tabel di atas menunjukkan bahwa nilai total *CDF* pada nilai *PCN* dari tebal perkerasan metode grafik sangatlah kecil = 0,0525 hasil kalkulasi mengindikasikan kondisi yang *overdesigned* (terlalu boros) sehingga dianggap kurang valid untuk digunakan dalam menilai kondisi perkerasan. Sedangkan nilai *PCN* dari tebal perkerasan *FAARFIELD* menunjukkan nilai *CDF* = 1,6579 yang artinya perkerasan tersebut mudah rusak.

Dari hasil tersebut maka sebagai analisis, dicoba nilai tebal evaluasi sebesar 15 dari tebal subbase sehingga rentang nilai “Thickness for Total Equiv. Covs” lebih seragam dan total nilai *CDF* lebih valid untuk tujuan penilaian menahan beban pesawat. Untuk hasilnya dapat dilihat pada gambar



Gambar 11 Hasil *Running COMFAA*

H. 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 perpanjangan landas pacu dikalkulasi dengan harga barang dan jasa daerah setempat yaitu wilayah Berau – Kalimantan Timur. Dari RAB tersebut kita akan mendapatkan biaya yang dibutuhkan untuk melaksanakan Pekerjaan Perpanjangan Landas Pacu Untuk Pesawat terbesar *Boeing 737 - 800* di Bandar Udara Kelas 1 Kalimarau.

A. Volume Pekerjaan

NO	Uraian Pekerjaan	Tebal		Dimensi (m)			Volume	Hasil (m)	Kebutuhan Aspal (Ton)
		inchi	cm	p	l	t			
A Pekerjaan Persiapan									
1	Pekerjaan Pengukuran	-	-	450	45	-	2 x (700 x 45)	990	-
2	Pekerjaan pembersihan	-	-	450	45	-	700 x 45	20250	-
3									
B Pekerjaan Tanah									
1	Pekerjaan Galian Tanah Biasa Sedalam >0,66 m (m3)	26	66	450	45	0,66	700 x 45 x 0,66	13365	-
2	Pekerjaan Buangan Tanah dan Perataan / m3	26	66	450	45	0,66	700 x 45 x 0,66	13365	-
C Pekerjaan Struktur									
1	Pekerjaan Lapis Sirtu / m3	15	38	450	45	0,38	700 x 45 x 0,38	7695	-
2	Pekerjaan Lapis Batu Pecah / m3	11	66	450	45	0,66	700 x 45 x 0,66	13365	-
3	Pekerjaan Pematatan Tanah Tiap 20 cm (m3)	26	104	450	45	0,66	700 x 45 x 0,66	13365	-
D PEKERJAAN ASPAL									
1	Pekerjaan Prime Coat / M2	-	-	450	45	-	700 x 45	20250	-
2	Pekerjaan Asphalt Treated Base (ATB) / Ton	5	13	450	45	0,13	700 x 45 x 0,13	2632,5	6054,75
3	Pekerjaan Tack Coat 1 kg / M2	-	-	450	45	-	700 x 45	20250	-
4	Pekerjaan Pengaspalan AC-BC / Ton	4	10	450	45	0,1	450 x 45 x 0,23	2025	4657,5

Tabel 3 Volume Pekerjaan

B. RAB FAARFIELD

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	STN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)	
1	2	3	4	5	6	
A PEKERJAAN PERSIAPAN						
1	Pekerjaan Pengukuran	990,00	m2	Rp. 4.446,64	Rp. 4.402.173,60	
2	Pekerjaan Pembersihan	20.250,00	m2	Rp. 24.010,00	Rp. 486.202.500,00	
B PEKERJAAN TANAH						
1	Pekerjaan Galian Tanah Biasa Sedalam > 1 - 2 m (m3)	13.365,00	m3	Rp. 218.050,48	Rp. 2.914.244.665,20	
2	Pekerjaan Buangan Tanah dan Perataan / m3	13.365,00	m3	Rp. 38.283,55	Rp. 511.659.645,75	
C PEKERJAAN STRUKTUR						
1	Pekerjaan Lapis Sirtu / m3	7.695,00	m3	Rp. 499.048,20	Rp. 3.840.175.899,00	
2	Pekerjaan Lapis Batu Pecah / m3	13.365,00	m3	Rp. 499.082,70	Rp. 6.670.240.285,50	
3	Pekerjaan Pematatan Tanah Tiap 20 cm (m3)	13.365,00	m3	Rp. 11.682,45	Rp. 156.135.944,25	
D PEKERJAAN ASPAL						
1	Pekerjaan Prime Coat / M2	20.250,00	m2	Rp. 17.406,72	Rp. 352.486.130,63	
2	Pekerjaan Asphalt Treated Base (ATB) / Ton	6.054,75	ton	Rp. 2.493.070,97	Rp. 15.094.921.455,61	
3	Pekerjaan Tack Coat 1 Kg / M2	20.250,00	m2	Rp. 23.061,98	Rp. 467.005.095,00	
4	Pekerjaan Pengaspalan AC-BC / Ton	4.657,50	ton	Rp. 2.526.030,65	Rp. 11.764.987.752,38	
Mobilisasi / Demobilisasi Alat						
1	Mobilisasi / Demobilisasi Alat	1,00	Unit	Rp. 13.046.044,00	Rp. 13.046.044,00	
					Jumlah	Rp. 42.275.507.590,91
					PPN 10%	Rp. 4.227.550.759,09
					Total Jumlah	Rp. 46.503.058.350,00
					Dibulatkan	Rp. 46.503.058.000,00

Tabel 4 RAB *FAARFIELD*

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil uraian pada bab – bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa dalam merencanakan perpanjangan landas pacu di Bandar Udara Kelas 1 Kalimarau sebagai berikut :

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2020

ISSN : 2548-8112

1. Dari perhitungan ARFL berdasarkan faktor suhu, kemiringan, elevasi diperoleh untuk pesawat B737-800 adalah 2700 meter. Dan tebal rencana yang digunakan untuk perpanjangan adalah 30 inch atau 76 cm yang mempunyai nilai cdf 0,8568 dan mempunyai PCN 51 F/X/C/T.
2. Rencana Anggaran Biaya dibuat menggunakan hasil tebal perkerasan dari metode FAARFIELD yang disesuaikan volume total yaitu 13365. Nilai RAB yang didapat yaitu sebesar Rp. 27.578.192.000,00.

B. Saran

1. Untuk melayani pesawat tipe B737-800 dengan kapasitas MTOW 174700 lbs, Bandar Udara Kelas 1 Kalimantan harus memperpanjang landasan sampai 2700 meter untuk mendarat dengan beban maksimal
2. Untuk pemerataan nilai PCN agar landas pacu eksisting dapat mengakomodir pesawat B 737-800 dengan beban maksimal, maka disarankan untuk pelapisan ulang pada permukaan surface (overlay) sesuai dengan nilai PCN perpanjangan landas pacu.
3. Untuk penulis selanjutnya bisa melengkapi Annual departure dikarenakan Annual departure yang di pakai menghitung manual

DAFTAR PUSTAKA

Basuki, Heru. 1986. Merancang dan Merencanakan Lapangan Terbang. Bandung: Alumni.

Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. 2005. Nomor SKEP/003/I/2005 tentang "Pedoman Teknis Perancangan Rinci Konstruksi Landas Pacu (Runway), Landas Hubung (Taxiway), dan Landas Parkir (Apron) pada Bandar Udara Di Indonesia". Jakarta: Departemen Perhubungan

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.

Federal Aviation Administration AC No: 150/5320-6D "Airport Pavement Design and Evaluation".

Federal Aviation Administration. 2009. AC No: 150/5320-6E "Airport Pavement Design and Evaluation". FAA.

Federal Aviation Administration. 2016. AC No: 150/5320-6F "Airport Pavement Design and Evaluation". FAA.

International Civil Aviation Organization. 2009. Annex 14, Aerodromes, Fifth Edition, Montreal: ICAO.

Keputusan Pemerintah 262 Tahun 2017, "Standar Teknis Dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil – Bagian 139 (Manual Of Standard Casr – Part 139) Volume I Bandar Udara (Aerodromes)".

Keputusan Pemerintah 39 Tahun 2015, "Standar Teknis Dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil – Bagian 139 (Manual Of Standard Casr – Part 139) Volume I Bandar Udara (Aerodromes)".

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".

Menteri Perhubungan. 2007. Nomor 33 tentang "Rencana Induk Bandar Udara Lombok Baru Di Kabupaten Lombok Tengah Provinsi Nusa Tenggara Barat". Jakarta: Departemen Perhubungan

Peraturan Pemerintah. 2012. Nomor 40 tentang "Pembangunan dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandar Udara".

Undang-Undang. 2009. Nomor 1 tentang "Penerbangan".