

## PERENCANAAN TURN PAD 01 DENGAN FLEXIBLE PAVEMENT DI BANDAR UDARA KALIMARAU

Agung Dwi Laksono<sup>1</sup>, Bambang Wasito<sup>2</sup>, Cahyaning Setyarini<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi D3 Teknik Bangunan Dan Landasan, Politeknik Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Email: [agungdwilaksono17@gmail.com](mailto:agungdwilaksono17@gmail.com)

### Abstrak

Bandar Udara Kalimantan Berau – Kalimantan Timur merupakan Bandar Udara Dibawah naungan Unit Penyelenggara Bandar Udara yang berada didekat Pusat kota, terletak pada Koordinat ARP Latitude 02 09'00'' N Longitude 117 26' 00'' E dengan dimensi runway 2250 m x 45 m, Kode Referensi Bandar Udara WAQT dan memiliki fungsi dalam memberikan penyediaan jasa pelayanan transportasi udara. Oleh karena itu diharuskan pada penyedia jasa memberikan pelayanan yang prima untuk kelancaran operasi penerbangan, mampu mengakomodir pesawat *Boeing 737-800*.

Namun ada satu hal yang disayangkan dari runway Bandar Udara Kalimantan ini, dikarenakan seiring cukup banyaknya pesawat yang beroperasi kerap terjadi hal yang tidak diinginkan sehingga sering dilakukan perbaikan bahkan sampai menunda jadwal penerbangan yang ada, hal ini adalah *one wheel lock* yang mana pesawat memutar dengan mengunci satu bannya terhadap runway.

Hal ini sendiri terjadi karena belum adanya turn pad di runway Bandar Udara Kalimantan Berau, maka itu tujuan ditulis dari Tugas Akhir ini adalah untuk merencanakan turn pad di area 01 dengan perkerasan lentur, 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*.

**Kata kunci** : Turn Pad, Runway, Perencanaan Turn Pad, Tebal Perkerasan, ICAO, FAA

### Abstract

The Kalimantan Berau Airport – East Borneo is an airport which is established under the airport operational unit located near the city, located ARP Latitude 02 09'00'' N Longitude 117 26' 00'' E with its own dimension runway 2250 m x 45 m. The Kalimantan Berau airport has its own location indicator WAQT and its function is providing air transportation services. Therefore, it's important to provide the best service for the flight operation. Especially able to accommodate the *Boeing 737-800*.

Due to traffic that Kalimantan had, unwanted things often happen. The refinement of runway often happens which is causing delay on existing flight. One wheel lock, which is the aircraft had to rotate by locking one of its own wheel is the causing of the refinement of the runway.

It's also happened because of the absence of the turn pad at Kalimantan Berau's runway. The purpose of this writings is to make a plan for establishing turn pad area 01 with flexible pavement. The method used for the pavement based from International civil aviation organization (icao) and federal aviation administration (faa) which is manually calculated (by graphic) and using *FAARFIELD*. And for the calculation of PCN is using *COMFAA*.

**Keywords** : Turn Pad, Runway, Turn pad planning, Pavement thickness, ICAO, FAA

## PENDAHULUAN

Kabupaten Berau merupakan kota destinasi wisata bagi daerah Kalimantan Timur yang secara otomatis akan mudah menarik wisatawan lokal maupun mancanegara, apalagi Berau terkenal akan wisata alamnya yang elok.

Maka dari itu moda transportasi merupakan penunjang akses yang penting bagi warga lokal dan mancanegara baik transportasi darat, maupaun laut juga udara. Dan jika dilihat dari keadaan alam di Kalimantan Timur jalur udara merupakan akses yang sangat baik bagi penunjang aktifitas. Saat ini daerah Berau Kalimantan Timur memiliki Bandar Udara Kelas I bernama Bandar Udara Kaliaamrau. Bandar Udara ini memiliki landas pacu menggunakan perkerasan flexible dengan panjang dan lebar 2250 m x 45 m dengan pesawat terbesar yang beroperasi adalah B 737-800.

Mengingat peruntukan bandar udara tersebut yaitu dapat melayani penerbangan domestic yang cukup padat, maka perihal keamanan dan keselamatan haruslah menjadi perhatian yang penting bagi pengelola bandar udara. Penggunaan *turn pad* pada landas pacu dapat memberikan keamanan bagi pesawat udara yang melakukan manuver ketika akan *take off* ataupun manuver setelah *landing* agar pesawat tersebut tidak keluar dari landas pacu apabila *turn pad* yang tersedia sesuai dan mampu melayani pesawat terbesar yang beroperasi.

Bandar Udara Kalimantan sendiri masih belum tersedia Turn Pad sesuai dengan peraturan yang ada untuk melayani pesawat terbesar yang beroperasi. Perencanaan *turning pad* dapat menjadi jalan keluar untuk memberikan keamanan sekaligus mencegah terjadinya hal seperti *one wheel lock* yang sebelumnya terjadi di landas pacu Bandar

Udara Kalimantan. Direncanakan untuk pesawat terbesar yang beroperasi adalah Boeing 737- 800. Berikut penulis sertakan gambar kondisi *turn pad area* yang belum tersedia yang ada di Bandar Udara Kalimantan pada gambar 1 berikut ini :



Gambar 1 Gambar *turn pad area* yang belum tersedia (sumber : googlemaps/KalimaraU)

Berdasarkan latar belakang yang disampaikan, maka penulis membuat tugas akhir ini dengan judul, “PERENCANAAN *TURN PAD* DENGAN *FLEXIBLE PAVEMENT* DI BANDAR UDARA KALIMARAU”.

## Tinjauan Pustaka

Berbagai macam acuan teori mengenai peraturan terkait *turn pad* yang akan dijadikan pedoman dalam penulisan tugas akhir yang berkaitan sesuai judul yaitu “PERENCANAAN *TURN PAD* DENGAN *FLEXIBLE PAVEMENT* DI BANDAR UDARA KALIMARAU”. Kenapa penulis mengangkat judul tersebut dikarenakan belum adanya Turn Pad di bandar udara Kalimantan dan mengapa alasan penulis ingin merencanakan turnpad di wilayah 01 itu dikarenakan wilayah tersebut sering digunakan pesawat untuk memutar dengan cara *one wheel lock* yang dapat memacu kerusakan terlebih lagi untuk tipe runway bandar udara Kalimantan sendiri sudah 4 C yang sebaiknya telah mempunyai Turn Pad.

## Peraturan Pemerintah

- Peraturan Direktur Jendral perhubungan Udara Nomor :  
KP 326 TAHUN 2019 MOS 139 VOL I  
AERODROME tentang Standar Teknis dan Operasi Peraturan Keselamatan

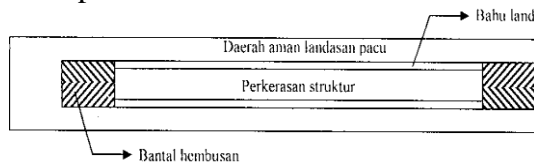
Penerbangan Sipil, Turn Pad adalah daerah yang ditentukan di bandar udara yang bersebelahan dengan runway untuk tujuan melakukan putaran penuh 180 derajat di atas runway. Standar besaran turning area tergantung pada ukuran pesawat yang dilayaninya.

b. *Aerodrome Design Manual* (Doc 9157) bagian 1 dan Annex 14.

Desain *turn pad* untuk *code letter C*

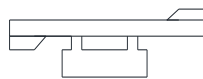
### Turn Pad

Daerah yang ditentukan di bandar udara yang bersebelahan dengan runway untuk tujuan melakukan putaran penuh 180 derajat di atas runway. Gambar landas pacu tampak atas tertera pada Gambar 2



Gambar 2 Tampak atas unsur-unsur landas pacu (Horonjeff dan McKelvey, 1988)

Ketika diujung runway tidak terdapat taxiway atau putaran taxiway dan ketika huruf kodenya adalah D, E atau F, maka runway turn pad harus disediakan untuk memfasilitasi perputaran pesawat 180 derajat.



Gambar 3 Layout turn pad tipikal

Ketika di ujung runway tidak terdapat taxiway atau putaran taxiway dan ketika huruf kodenya adalah A, B atau C, maka runway turn pad dapat disediakan untuk memfasilitasi perputaran pesawat 180 derajat.

Catatan 1. - Turn pad mungkin juga berguna apabila disediakan di beberapa area sepanjang runway untuk mengurangi waktu taxiing dan jarak

tempuh pesawat yang tidak memerlukan keseluruhan runway.

Tabel 1 Radius putar dan Jarak aman Pesawat beroperasi

Daftar Jarak Aman dan Radius Putar				
Jenis Pesawat	OMGWS	Wheel Base	Radius Putar	Clearance
B 737 - 800	7 m	15,6 m	7 m	3 m
B 737 - 500	6,4 m	11,1 m	6,4 m	3 m
ATR 72	4,1 m	8 m	4,1 m	3 m
CRJ - 1000	5,1 m	18,8 m	5,1 m	4,5 m

Runway turn pad dapat diletakkan di sisi kiri atau sisi kanan runway dan pada kedua ujung runway dan juga di beberapa lokasi di antara kedua ujung runway jika dianggap perlu.

Catatan. – Permulaan putaran difasilitasi dengan menempatkan turn pad di sisi kiri runway, karena kursi kiri merupakan posisi normal pilot yang bertugas.

Sudut persimpangan antara runway turn pad dengan runway tidak melebihi 30 derajat. Sudut perputaran roda kemudi depan yang digunakan dalam mendesain runway turn pad tidak melebihi 45 derajat.

Desain runway turn pad harus sedemikian rupa, ketika kokpit pesawat terbang tetap berada di atas marka turn pad, jarak aman antara roda pendaratan pesawat dan tepi turn pad harus tidak kurang dari yang tercantum dalam tabel berikut ini:

Tabel 2 Jarak Aman Antara Roda Pendaratan Pesawat dan Tepi Turn pad

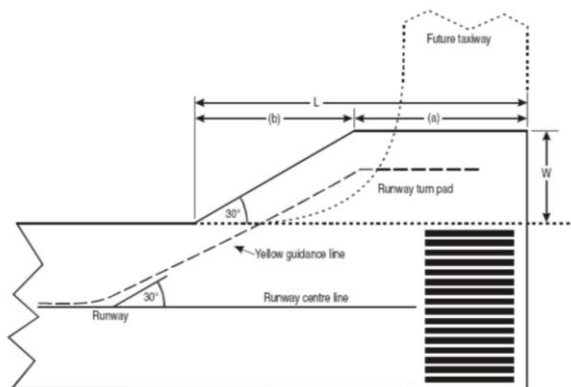
	Outer Main gear Wheel Span (OMGWS)			
	OMGWS < 4,5 m	4,5 m ≤ OMGWS < 6	6 ≤ OMGWS < 9	9 m ≤ OMGWS < 15
Clearance	1,5 m	2,25 m	3 m atau 4 m	4 m
a: jika turn pad dimaksudkan untuk digunakan oleh pesawat dengan wheel base < 18 m				
b: jika turn pad dimaksudkan untuk digunakan oleh pesawat dengan wheel base ≥ 18 m				

Catatan. - Wheel base adalah jarak antara roda depan/nose gear dengan pusat geometri roda pendaratan utama/main gear.

### Perencanaan Turn Pads

Untuk memfasilitasi pesawat udara masuk ke daerah *turn pad runway*, sudut perpotongan dari *turn pad* tidak boleh lebih dari 30 derajat. Lebar keseluruhan *turn pad* dan *runway* harus sedemikian rupa sehingga sudut roda depan pengendali (*nose wheel*

steering) pesawat udara yang akan berputar di *turn pad* tidak akan melebihi 45 derajat. Berikut adalah tata letak umum *turn pad* yang ditunjukkan pada Gambar 4



Gambar 4 Tata letak umum *turn pad* (Sumber : *Aerodrome Design Manual* (Doc 9157) bagian 1)

Desain *turn pad area* haruslah sedemikian rupa, ketika kokpit pesawat yang diperuntukkan untuk dilayani oleh *turn pad area* ini tetap berada di atas marka *turn pad*, jarak aman antara roda pendaratan pesawat dan tepi *turn pad area* harus tidak kurang dari apa yang ada pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3 Jarak aman / *clearance* pada *turn pad*

Huruf kode	Jarak Aman / Clearance
A	1,5 m
B	2,25 m
C	3 m jika <i>turn pad</i> ditujukan untuk pesawat dengan <i>wheel base</i> kurang dari 18 m
	4,5 m jika <i>turn pad</i> ditujukan untuk pesawat dengan <i>wheel base</i> sama atau lebih dari 18 m
D	4,5 m
E	4,5 m
F	4,5 m

(Sumber : KP 326 tahun 2019)

### Aircraft Classification Number (ACN)

ACN merupakan suatu nilai yang menunjukkan efek relatif sebuah pesawat udara di atas pavement untuk kategori *subgrade* standar yang ditentukan. ACN dapat dihitung melalui permodelan matematika baik untuk perkerasan kaku (*rigid pavement*)

maupun perkerasan lentur (*flexible pavement*). Nilai ACN dipublikasikan dalam 2 (dua) kategori perkerasan yaitu lentur dan kaku pada kategori daya dukung lapisan *subgrade* tertentu . serta kondisi beban maksimum dan beban minimum pesawat. Pada umumnya, nilai ACN untuk semua jenis pesawat (pesawat sipil) diterbitkan oleh *Internasional Civil Aviation Organization* (ICAO) atau pabrik pembuat pesawat itu sendiri (Sumber : KP 326 tahun 2019). Berikut adalah tabel ACN Boeing series tertera pada Tabel 4

Tabel 4 ACN Boeing Series

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

(Sumber : KP 326 tahun 2019)

### Pavement Classification Number (PCN)

PCN merupakan suatu angka yang menjelaskan daya dukung perkerasan untuk operasi tak terbatas pesawat udara dengan nilai ACN kurang dari atau sama dengan nilai PCN. Jika nilai ACN dan tekanan roda pesawat lebih besar dari nilai PCN dari kategori *subgrade* tertentu yang dipublikasikan, maka operasi pesawat udara tidak dapat diberikan ijin beroperasi kecuali dengan mengurangi beban operasi. Pada keadaan tertentu, pengoperasian kondisi overload dapat diberikan. (Sumber : KP 93 tahun 2015)

### Komponen PCN

Terdiri dari 5 unsur yaitu nilai numerik kekuatan perkerasan, jenis perkerasan, kategori kekuatan *subgrade*, kategori tekanan roda dan metode pelaksanaan evaluasi. Adapun ketentuan penulisan nilai PCN adalah sebagai berikut :

1. Nilai numerik kekuatan perkerasan terdiri dari angka 1 sampai tak hingga
2. Jenis perkerasan terdiri dari perkerasan kaku dengan simbol

huruf R dan perkerasan fleksibel dengan simbol huruf F

3. Kategori *subgrade* dibagi menjadi empat kategori baik untuk perkerasan kaku maupun perkerasan lentur yaitu kategori A, B, C atau D. (Lihat tabel 2.3 dan tabel 2.4)
4. Tekanan ijin roda terdiri dari empat kategori yaitu W, X, Y dan Z. (Lihat tabel 2.5)
5. Metode evaluasi terdiri dari pengujian langsung dengan pesawat analog ditunjukkan dengan huruf U dan dengan perhitungan analitis ditunjukkan dengan huruf T.

Tabel 5 Kategori Daya Dukung Subgrade Konstruksi Perkerasan Kaku

NO	Kategori Subgrade	Nilai K Permukaan Subgrade (MN/m <sup>3</sup> )	Interval Nilai K Permukaan Subgrade Pci (MN/m <sup>3</sup> )	Kode
1	High	555.6 (150)	K>442 (>120)	A
2	Medium	294.7 (80)	221<K<442 (60<K<120)	B
3	Low	147.4 (40)	92<K<221 (25<K<60)	C
4	Ultra Low	73.7 (20)	K<92 (<25)	D

(Sumber : KP 93 tahun 2015)

Tabel 6 Kategori Daya Dukung Subgrade Konstruksi Perkerasan Lentur

NO	Kategori Subgrade	Nilai CBR Subgrade %	Interval Nilai CBR Subgrade %	Kode
1	High	15	CBR ≥ 13	A
2	Medium	10	8 < CBR < 13	B
3	Low	6	4 < CBR < 8	C
4	Ultra Low	3	CBR ≤ 4	D

(Sumber : KP 93 tahun 2015)

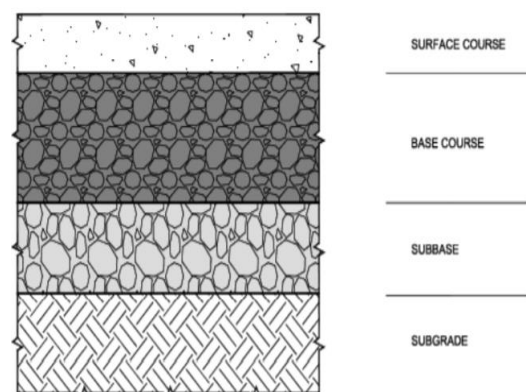
Tabel 7 Kategori Tekanan Ijin Roda Pesawat

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

(Sumber : KP 93 tahun 2015)

### Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)

Perkerasan didefinisikan sebagai struktur yang terdiri dari satu atau lebih lapisan perkerasan yang dibuat dari bahan terpilih. Perkerasan dapat berupa agregat bermutu tinggi yang diikat dengan aspal yang disebut dengan perkerasan lentur (*flexible pavement*). Perkerasan lentur terdiri dari campuran aspal panas yang berada pada lapisan permukaan dari lapis perkerasan atas dan jika diperlukan dapat berada di permukaan tanah dasar dengan kondisi tanah dasar dapat syaratkan sebagai lapis perkerasan bawah. (Sumber: FAA, 2009). Gambar tipe struktur permukaan tertera pada Gambar 5



Gambar 5 Tipe Struktur Perkerasan (Sumber : AC 150/5320-6F, Airport Pavement Design and Evaluation)

### Lapisan Pondasi

#### 1. Subbase Course

*Subbase course* merupakan lapisan yang mempunyai fungsi sebagai pondasi bawah perkerasan. *Subbase*

course memikul beban lebih kecil daripada *base course*, dikarenakan beban sudah lebih terdistribusi di lapisan *base course*.

2. *Base Course*

*Base course* merupakan lapisan pondasi atas dari perkerasan lentur. Maka dari itu lapisan pondasi ini mempunyai peranan untuk pendistribusian beban dari lapisan permukaan (*surface course*) menuju ke lapisan bawahnya. Kualitas dari material pondasi ini harus terjamin baik dan memenuhi syarat sebab untuk mencegah kerusakan atau kegagalan pada pondasi *surface course*.

**Lapisan Permukaan**

Lapisan permukaan (*surface course*) terdiri dari campuran aspal panas dan batu pecah (*hotmix*) yang digunakan untuk menahan resapan air dari permukaan menuju lapisan berikutnya. Penggunaan lapisan aspal digunakan dikarenakan bersifat kedap air, lalu bahan aspal sendiri yang bersifat lentur (*flexible*) mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban yang diberikan oleh roda pesawat yang take off maupun landing. Pemilihan bahan untuk lapisan permukaan sangat perlu dipertimbangkan kegunaannya, agar umur rencana dan manfaat yang direncanakan tercapai dengan baik.

**Perencanaan Tebal Perkerasan**

Perhitungan tebal perkerasan didasarkan pada grafik-grafik yang dibuat FAA, berdasarkan pengalaman dari Corps of Enginners dalam menggunakan metode CBR. Perhitungan ini dapat diuji sampai jangka waktu 20 tahun dan untuk mentukan tebal perkerasan ada beberapa variable yang harus diketahui :

- a. Nilai CBR *subgrade* dan nilai CBR *subbase course*
- b. Berat maksimum *take off* pesawat (MTOW)

- c. Jumlah keberangkatan tahunan (*Annual Departure*)
- d. Type roda pendaratan tiap pesawat

Langkah-langkah penggunaan metode FAA adalah sbb :

- a. Menentukan pesawat rencana  
 Dalam pelaksanaannya, landasan pacu harus melayani beragam tipe pesawat dengan tipe roda pendaratan dan berat yang berbeda-beda, dengan demikian diperlukan konversi ke pesawat rencana. Berikut adalah tabel konversi tipe roda pesawat tertera pada Tabel 2.8

Tabel 8 Konversi Tipe Roda Pesawat

Konversi dari	Ke	Faktor Pengali
<i>Singel Wheel</i>	<i>Dual</i>	0.8
<i>Singel Wheel</i>	<i>Wheel</i>	0.5
<i>Dual Wheel</i>	<i>Dual</i>	0.6
<i>Dual</i>	<i>Tandem</i>	1.0
<i>Tandem</i>	<i>Dual</i>	2.0
<i>Dual</i>	<i>Tandem</i>	1.7
<i>Tandem</i>	<i>Dual</i>	1.3
<i>Dual</i>	<i>Tandem</i>	1.7
<i>Tandem</i>	<i>Singel</i>	
<i>Dual Whell</i>	<i>Wheel</i>	
<i>Double Dual</i>	<i>Dual Whell</i>	
<i>Tandem</i>	<i>Singel</i>	
	<i>Wheel</i>	
	<i>Dual</i>	
	<i>Tandem</i>	

(Sumber : Heru Basuki, 1984)

- b. Mengitung *Equivalent Annual Departute*  
*Equialvalent Annual Departure* terhadap pesawat rencana dihitung dengan rumus :

$$LogR1=(LogR2)*\left(\frac{W2}{W1}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Di mana :

$$R1 = \text{Equivalent annual departure pesawat rencana}$$

$R2 = \text{Equivalent annual departure, (Annual departure* Faktor konversi)}$

$W2 = \text{Beban Roda Pesawat}$

Rencana

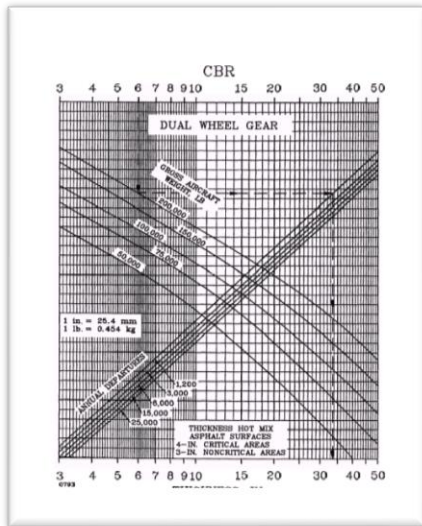
$W1 = \text{MTOW} * 95\% * 1/n$

$n = \text{Jumlah roda pesawat pada}$

main gear

c. Menghitung tebal perkerasan total

Tebal perkerasan total dihitung dengan memplotkan data CBR *subgrade* yang diperoleh dari FAA, *Advisory Circular 150/5335-5*, MTOW (*Maximum Take Off Weight*) pesawat rencana, dan nilai *Equivalent Annual Departure* ke dalam Gambar 6



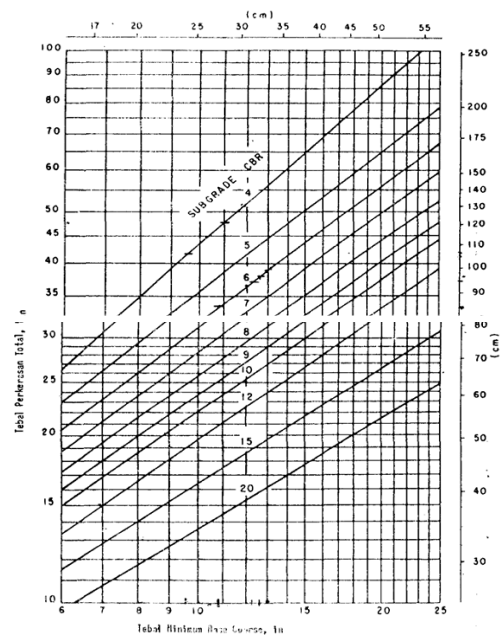
Gambar 6 Grafik Dual Wheel Gear (Sumber : FAA AC 150/5320-6D)

a. Menghitung tebal perkerasan *Subbase*

Dengan nilai CBR *subbase* yang ditentukan, MTOW, dan *Equivalent Annual Departure* maka dari grafik yang sama didapat harga yang merupakan tebal lapisan diatas *subbase*, yaitu lapisan *surface* dan lapisan *base*. Maka, tebal *subbase* sama dengan tebal perkerasan total dikurangi tebal lapisan diatas *subbase*.

b. Menghitung tebal perkerasan permukaan (*Surface*)

Lapis permukaan campuran aspal panas berfungsi untuk mencegah penetrasi air dari permukaan menuju struktur lapis perkerasan, dan menahan tekanan geser yang disebabkan oleh roda pesawat saat menyentuh landasan pacu dan memiliki tekstur permukaan yang agak kasar tetapi tidak menyebabkan keausan pada roda pesawat. (Sumber : FAA, 2009). Tebal *surface* langsung dilihat dari gambar Gambar 7 yang berupa tebal *surface* untuk daerah kritis dan non kritis.



Gambar 7 Grafik base course minimum (Sumber : FAA AC 150/5320-6D)

c. Menghitung tebal perkerasan *Base Course*

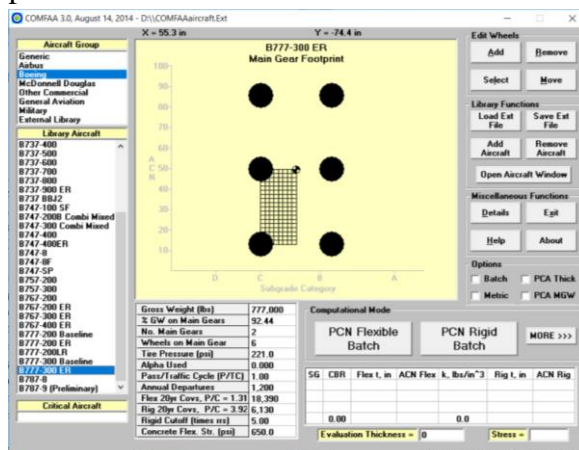
Tebal *Base Course* sama dengan tebal lapisan diatas *Subbase Course* dikurangi tebal lapisan permukaan (*Surface Course*). Hasil ini harus dicek dengan membandingkannya terhadap tebal *Base Course* minimum dari grafik. Apabila tebal *Base Course* minimum lebih besar

dari tebal Base Coarse hasil perhitungan, maka selisihnya diambil dari lapisan *Subbase Course*, sehingga tebal *Subbase Course*-pun berubah. Metode ini adalah metode yang paling umum digunakan dalam perencanaan lapangan terbang yang dikembangkan oleh badan penerbangan federal Amerika.

### Aplikasi COMFAA

Penentuan nilai PCN dapat diketahui menggunakan program COMFAA 3.0 yang merupakan software ciptaan dari FAA. Perhitungan PCN merupakan salah satu bagian dalam evaluasi sistem perkerasan landas pacu, landas hubung dan apron bandar udara. Untuk nilai PCN dari *turn pad area* yang akan direncanakan kurang lebih nilainya sama dengan nilai PCN yang ada pada *runway* eksisting. Penggunaan program COMFAA nantinya yang akan membantu untuk dapat menentukan nilai

PCN dari *turn pad area* yang direncanakan yang dalam penggunaannya aplikasi ini didukung juga oleh perangkat tambahan berupa Ms. Excel *Spreadsheet* untuk penentuan tebal ekivalen dari perkerasan rencana tersebut. Berikut adalah tampilan utama dari COMFAA terdapat pada Gambar 8



Gambar 8 Tampilan utama jendela COMFAA

### Aplikasi FAARFIELD

Untuk menggunakan aplikasi tersebut berikut langkah-langkah dasar dalam menggunakan program FAARFIELD adalah sebagai berikut :

- Dari menu Startup, pilih “*create a new job*”
- Modifikasi jenis struktur dan ketebalan lapis perkerasan
- Dari tab “*airplane*”, pilih jenis pesawat dan bebannya
- Pilih “*life/compaction*”, untuk mengetahui umur sisa dan kebutuhan pemadatan
- Pilih “*design*” untuk kebutuhan tebal perkerasan
- Kembali ke startup dan lihat report hasil analisis

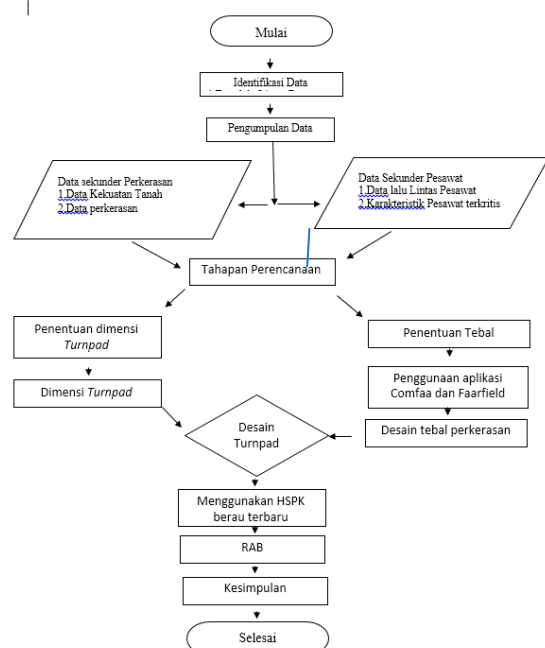
### Rencana Anggaran Biaya

Membuat Rencana Anggaran Biaya (RAB) artinya membuat perkiraan biaya yang akan dikeluarkan untuk melaksanakan proyek.

### METODE

#### Bagan Alur Penelitian

Untuk mempermudah tahapan pelaksanaan penelitian, berikut penulis sampaikan bagan alur penelitian :





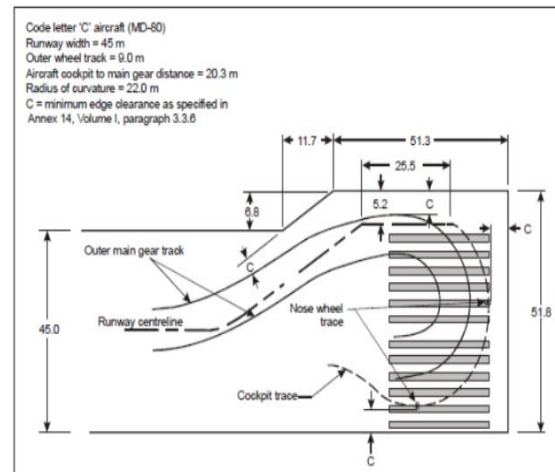
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan turn pad sendiri dilakukan di Bandar Udara Kalimantan untuk mengevaluasi kejadian *one wheel lock* yang mengakibatkan rusaknya perkerasan runway dan mengingat spesifikasi dari runway itu sendiri yang sebaiknya diadakan turn pad pada ujung sisi runway khususnya di area 01, mengingat sering terjadinya *one wheel lock* yang dapat merusak permukaan runway juga menghindari hal yang tidak diinginkan seperti kecelakaan maupun pengeluaran dan berlebih apabila terjadi kerusakan serta mengutamakan kenyamanan bagi pengguna jasa penerbangan, dan perencanaan ini dimaksudkan untuk mengakomodir beroperasinya pesawat terbesar yaitu Boeing 737 -800

### Tahapan Perencanaan Turn Pad Area

#### Dimensi Turn Pad Area

Dimensi Turn Pad yang direncanakan mengacu kepada peraturan yang ada yaitu ICAO (*International Civil Aviation Organization*) dimana ketentuan – ketentuan mengenai *turn pad area* dijelaskan dalam MOS 139 - KP 326 tahun 2019 tentang Bidang Perputaran Runway dan *Aerodrome Design Manual Doc. 9157 part 1* tentang Runway. Untuk ukuran dimensi dipengaruhi dengan adanya pesawat terbesar yang beroperasi di bandar udara Kalimantan Berau tersebut yakni Boeing 737- 800 yang mempunyai *code letter C* yang dalam hal ini secara keseluruhan ukuran sudah diatur oleh *Aerodrome Design Manual Doc. 9157 part 1* dan dapat dilihat pada gambar 10 berikut :



Gambar 10 Dimensi *turn pad area*

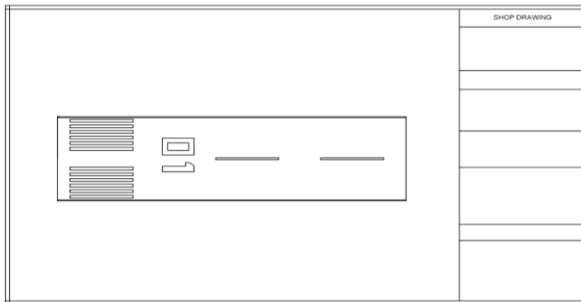
Jarak bebas antara roda pendaratan pesawat dengan tepi *runway turn pad* harus tidak kurang dari yang ditetapkan dalam berikut :

Tabel 9 Clearance distance

Huruf Kode	Clearance
A	1.5 m
B	2.25 m
C	3 m jika <i>turn pad area</i> dimaksudkan untuk digunakan oleh pesawat udara dengan <i>wheel base</i> kurang dari 18 m
	4.5 m if the turn pad area is intended to be used by aeroplanes with a wheel base equal to or greater than 18 m.
D	4.5 m
E	4.5 m
F	4.5 m

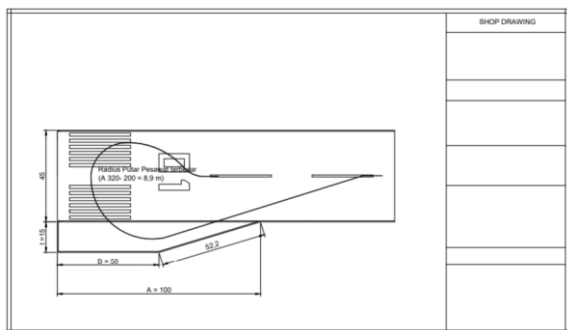
Menurut dari karakteristik pesawat udara terbesar yakni Boeing 737- 800 yang tertera pada *Airplane Characteristic for Airport Planning 737*, *wheel base* yang dimiliki oleh pesawat Boeing 737- 800 adalah 51,18 feet atau 15,6 m. Maka untuk *clearance distance* yang sesuai untuk pesawat tersebut mengacu pada tabel 4.1 sebelumnya adalah kode C

Melihat dari kebutuhan di lapangan, kebutuhan perencanaan *turn pad* dilaksanakan pada ujung landas pacu 01 pada sisi utara. Berikut gambar eksisting dari *turn pad area* pada gambar berikut :



Gambar 11 Gambar eksisting

Dilaksanakannya penyesuaian ulang untuk dimensi dan penambahan marka sesuai dengan peraturan yang sudah ada sehingga didapatkan gambar rencana dari *turn pad area* pada gambar 12 berikut.



Gambar 12 rencana *turn pad area*

Area dengan bentuk seperti trapesium adalah area yang akan dilaksanakan perluasan *turn pad area*. Perhitungan luas daerah tersebut adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 A &= 100 \\
 B &= 50 \\
 t &= 15 \\
 L_{\text{Turn Pad}} &= ((A + B) \times t) : 2 \\
 L &= ((100 + 50) \times 15) : 2 \\
 L &= (150 \times 15) : 2 \\
 L &= 2250 : 2 \\
 L &= 1125 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Sehingga luas area yang dibutuhkan untuk dilakukan perluasan *turn pad area* adalah seluas 1125 m<sup>2</sup>

### Desain Perkerasan *Turn Pad Area*

### Menghitung Tebal Perkerasan

Pelaksanaan perhitungan MTOW (*Maximum Take off Weight*) dari jenis pesawat yang beroperasi dengan data dukung yang ada pada tabel 10 dibawah ini.

Tabel 10 *Annual departure* dan *MTOW*

Pesawat Udara	Tipe Roda	Annual Departure	MTOW	Pesawat Udara
B 737 - 800	Dual Wheel 1	365	79.016	B 737 - 800
B 737- 500	Dual Wheel 1	730	60.555	B 737- 500
ATR- 72	Dual Wheel 1	1825	22.800	ATR- 72
CRJ - 1000	Dual Wheel 1	730	40.824	CRJ - 1000

Wheel Load = 0,95 x MTOW x 1/jumlah roda pendaratan pertama

- B 737 - 800 : wheel load = 0,95 x 79.016x1/4 = 18.766,3 kg
- B 737 - 500 : wheel load = 0,95 x 60.555x1/4 = 14.381,8 kg
- CRJ - 1000 : wheel load = 0,95 x 40.824x1/4 = 9.695,7 kg
- ATR - 72 : wheel load = 0,95 x 22.800x1/4 = 5.415 kg

### Jumlah Keberangkatan Tahunan

Semua keberangkatan tahunan pesawat udara yang beroperasi di Bandar Udara Kalimantan Berau dikonversi kedalam jenis roda pendaratan yang sama yaitu kedalam roda pendaratan kritis, hal ini dilakukan seakan-akan hanya terdapat satu jenis pesawat di Bandar Udara Kalimantan Berau. Perhitungan keberangkatan tahunan ekuivalen ini perlu untuk proyeksi didalam grafik ketebalan ekuivalen perkerasan nanti. Berikut pada tabel 4.3 perhitungan keberangkatan tahunan ekuivalen (R1)

berdasarkan AC 150/5230 6D untuk pesawat yang beroperasi.

Tabel 11 Perhitungan Keberangkatan Tahunan Ekivalen R1

Jenis pesawat	Gear Type			Annual departures	MTOW	An Depart Konversi R2	Wheel Load		Equivalent Pesawat R1
	Dari	Ke	Konversi				W2	W1	
B 737 - 800	Dual Wheel	Dual Wheel	1	365	79.016	365	18.766	18766,3	365
B 737-500	Dual Wheel	Dual Wheel	1	730	60.555	730	14.381,80	18766,3	321,08
ATR- 72	Dual Wheel	Dual Wheel	1	1825	22.800	1825	5.415	18766,3	56,47
CRJ - 1000	Dual Wheel	Dual Wheel	1	730	40.824	730	9.695	18766,3	114,30
TOTAL				3650					856,9
W2	wheel load dihitung dengan menganggap 95% ditumpu oleh roda pendaratan utama, dual wheel mempunyai 4 roda								
W1	Wheel load pesawat kritis/terbesar								
R1	antilog(log R2x (W2/W1,5))								

$$B737 - 800 \quad R1 = 10^{\text{Log } 365 \times \left(\frac{18766,3}{18766,3}\right)^{0.5}} = 365$$

$$B.737-500 \quad R1 = 10^{\text{Log } 730 \times \left(\frac{14381,8}{18766,3}\right)^{0.5}} = 321,08$$

$$ATR 72 \quad R1 = 10^{\text{Log } 1825 \times \left(\frac{5,415}{18766,3}\right)^{0.5}} = 56,47$$

$$CRJ-1000 \quad R1 = 10^{\text{Log } 730 \times \left(\frac{9,695}{18766,3}\right)^{0.5}} = 114,3$$

### Plotting grafik tebal perkerasan

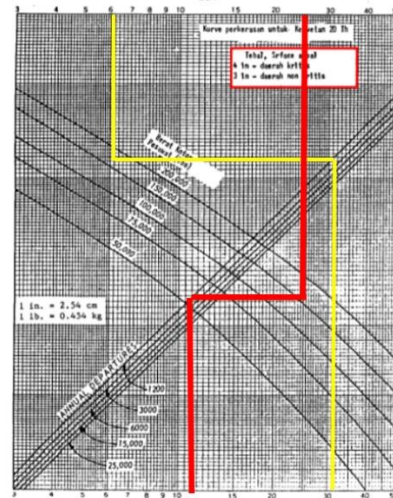
Dalam perhitungan ini telah ditentukan pesawat rencana adalah Boeing 737 - 800 dimana konfigurasi roda utama pesawat adalah *dual wheel*, sehingga grafik yang akan digunakan adalah grafik untuk *dual wheel*. Nilai *subgrade* yang digunakan adalah 6%. Nilai *subbase* yang digunakan adalah 25% dikarenakan merujuk pada SE 7 tahun 2014 Bab III tentang Konstruksi Perkerasan, terdapat ketentuan untuk minimal CBR untuk *subbase* adalah minimal atau lebih besar dari 25%. Plotting grafik tebal perkerasan untuk *dual wheel* dapat dilihat pada gambar 13 berikut ini. Data yang diperlukan dalam perencanaan metode FAA dengan cara manual adalah sebagai berikut:

Nilai CBR *subgrade* : 6 %

Nilai CBR *subbase* : 25 %

*Equivalent Annual Departure* : 892,19

MTOW B 737-800 : 79.016 kg /174.230.29 lbs



Gambar 13 Grafik Tebal Perkerasan

Keterangan :

= Garis untuk tebal perkerasan total (CBR 6 %)

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

Hasil tebal perkerasan didapat dari plot grafik di atas :

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 diatas, dengan menarik plot grafik *CBR Subbase* di dapat tebal lapisan 12 inch  $\approx$  30,48 cm, angka ini berarti ketebalan *surface* dan *base course* ( c + d ) di atas lapisan *subbase* yaitu 12 inch  $\approx$  30,48 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 ) = 12 inch  $\approx$  30,48 cm, maka tebal lapisan *subbase*

adalah:  $(b) = (a) - (c + d) = 32 \text{ inch} - 12 \text{ inch} = 20 \text{ inch} \approx 50,8 \text{ cm}$

3) Tebal Lapisan Surface ( d )

Dari grafik di atas tertulis bahwa tebal lapisan surface untuk daerah kritis = 4 inch  $\approx 10 \text{ cm}$ , sedangkan untuk daerah non kritis = 3 inch  $\approx 7,5 \text{ cm}$ , karena landas pacu termasuk daerah kritis maka diambil untuk tebal surface yaitu 4 inch  $\approx 10 \text{ cm}$ .

4) Tebal Lapisan Base Course ( c )

Setelah mendapatkan tebal lapisan surface, maka langkah berikutnya yaitu:

$$\begin{aligned} c + d &= 12 \text{ inch} \\ c + 4 \text{ inch} &= 12 \text{ inch} \\ c &= 12 - 4 = 8 \text{ inch} \approx 20,32 \text{ cm} \end{aligned}$$

Tabel 12 Tebal Perkerasan Lapisan

	Tebal Perkerasan (cm)	Tebal Perkerasan (inch)
Permukaan ( surfaces)	10	4
Pondasi Atas ( Base Course)	20,32	8
Pondasi Bawah (Subbase Course)	50,8	20
Total	81,12	32

**Perhitungan PCN dengan metode manual**

*PCN (Pavement Classification Number)*

adalah nilai yang menyatakan kekuatan suatu perkerasan sehingga dalam perencanaan landas pacu hal ini perlu dipublikasikan. Dengan menyatakan nilai *PCN* maka dapat mengetahui jenis pesawat yang dapat beroperasi. Perhitungan *PCN* secara manual adalah sebagai berikut :

$$PCN = (Te^2 / (878 / CBR - 12,49)) \dots \dots \dots (2.2)$$

$$PCN = (81,12^2 / (878 / 6 - 12,49)) = 49,16$$

**Program FAARFIELD v 1.42**

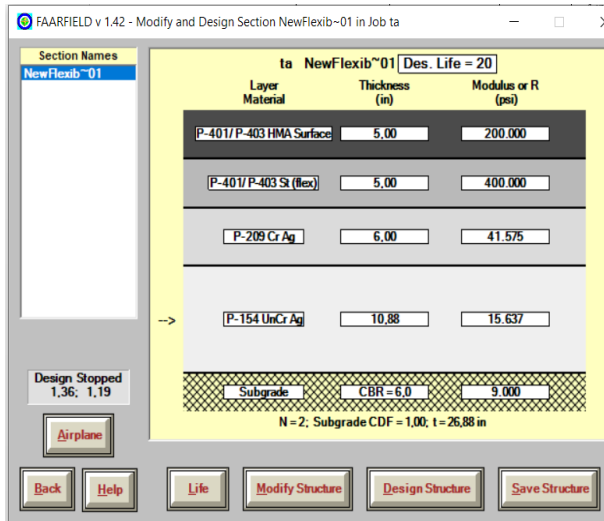
Program FAARFIELD merupakan program yang digunakan untuk merancang struktur perkerasan fasilitas sisi udara bandar udara berdasarkan peraturan-peratuean yang terdapat dalam FAA (*Federal Aviation Administration*) AC – 150 / 5320 – 6F.

Langkah-langkah dalam menggunakan program FAARFIELD adalah sebagai berikut :

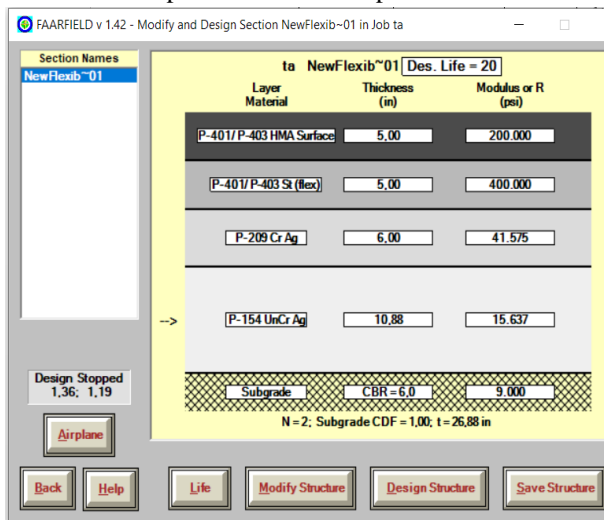
1. Dari Menu *Startup*, pilih “*create a job*”  
 Modifikasi jenis struktur dan ketebalan lapis perkerasan yang akan dianalisis. Memodifikasi ketebalan tiap layernya ini perpedoman pada minimum tebal perkerasan lentur yang sudah di standarkan oleh FAA (*Federal Aviation Administration*) (*Advisory Circular AC 150 / 5320 – 6F*).

Tabel 13 Tabel Tebal minimum perkerasan lentur

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)
HMA Surface	P-401, Hot Mix Asphalt Pavements	3 in (75 mm)	4 in (100 mm)	4 in (100 mm)
Stabilized Base	P-401 or P-403; P-306	Not Required	Not Required	5 in (125 mm)
Crushed Aggregate Base	P209, Crushed Aggregate Base Course	3 in (75 mm)	6 in (150 mm)	6 in (150 mm)
Aggregate Base	P-208, Aggregate Base Course	3 in (75 mm)	Not Used	Not Used
Subbase	P-154, Subbase Course	4 in (100 mm)	4 in (100 mm) (If required)	4 in (100 mm) (If required)



Gambar 14 Input tebal minimum perkerasan lentur



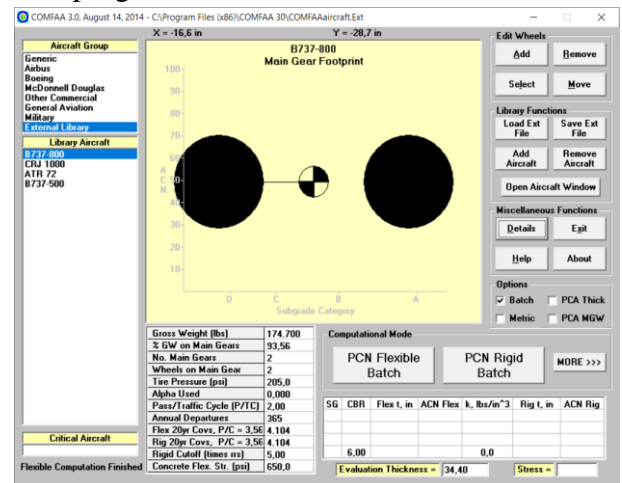
Gambar 15 Hasil evaluasi tebal perkerasan  
 Tabel 14 Report Hasil Analisis

Layer	Tebal Perkerasan ( inch )	Tebal Perkerasan ( cm )
Surface Course ( P 401 / P – 403 HMA Surface )	5	12,7
Stabilized Base ( P – 401 / P – 403 HMA St )	5	12,7
Crushed Aggregate Base ( P – 209 )	6	15,24
Aggregate Base ( P – 154 )	10,88	27,63
Total	26,88	68,27

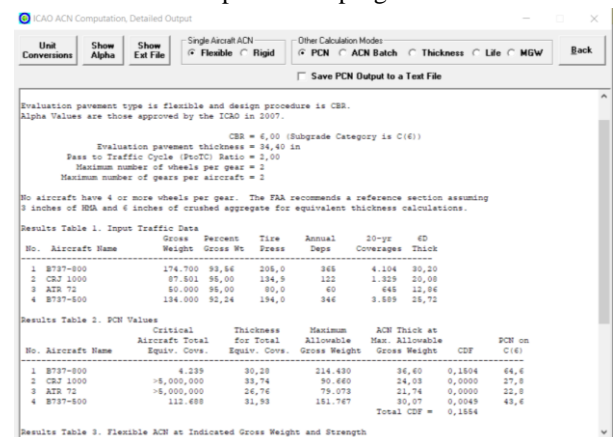
### Program COMFAA

Struktur perkerasan dinilai mampu melayani beban akibat lalu lintas udara apabila nilai

PCN (*Pavement Code Number*) lebih besar dari nilai ACN (*Aircraft Code Number*) tiap pesawat yang beroperasi di bandar udara tersebut. Program COMFAA ini digunakan untuk menentukan nilai PCN dengan mengikuti prinsip dan prosedur yang secara rinci tertera dalam standar terbaru yang diterbitkan oleh FAA yaitu *Advisory Circular AC 150 / 5335 – 5 C*. Informasi mengenai nilai PCN selanjutnya dapat memberikan gambaran mengenai kondisi struktur perkerasan serta digunakan oleh operator bandar udara untuk menentukan strategi dan kebijakan dalam usaha pemeliharaan struktur perkerasan. Dibawah ini pada gambar 4.10 adalah tampilan utama dari program COMFAA.



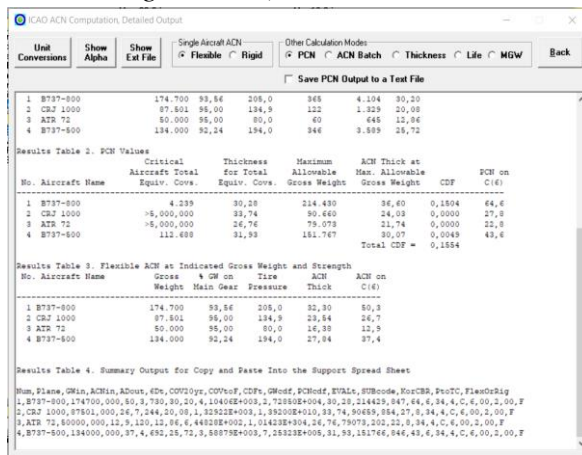
Gambar 16 Tampilan awal program COMFAA



Gambar 17 Hasil Kalkulasi Nilai PCN - Table 1

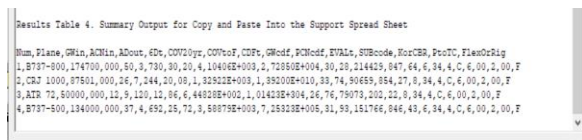
- Berikut ini berisi informasi mengenai nilai PCN tiap pesawat yang dihitung

berdasarkan konsep CDF (*Cumulative Damage Factor*).



Gambar 18 Hasil Kalkulasi Nilai CAN Table 2

Berisi informasi data yang berfungsi memberikan ilustrasi kondisi PCN secara grafis.

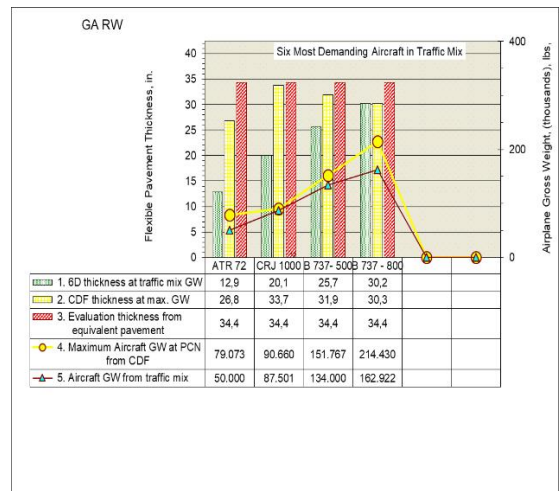


Gambar 19 Hasil Kalkulasi Nilai PCN -Table 4

Berikut adalah tabel perbandingan antara perhitungan menggunakan cara manual FAA dan menggunakan aplikasi FAARFIELD dan juga data eksisting yang ada di lapangan yang telah dilakukan yang tercantum pada tabel dibawah ini.

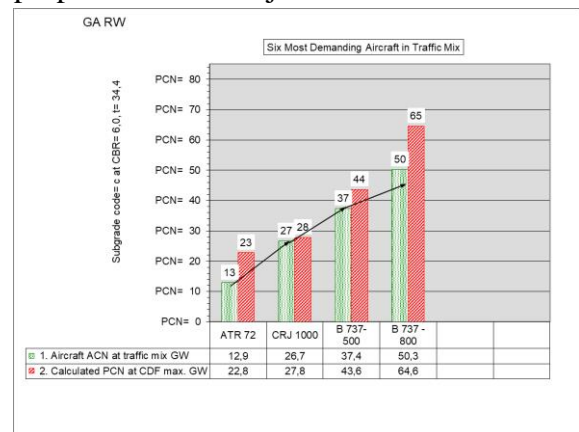
Tabel 15 Perbandingan Tebal

Metode	Tebal Perkerasan Hasil Evaluasi Ms. Excel Spreadsheet COMFAA	
	Inch	Cm
Grafik	32	81,28
FAARFIELD	31,6	80,26



Gambar 20 Hasil Perbandingan Ketebalan Perkerasan Dan Berat Pesawat

Pada gambar menunjukkan grafik perbandingan antara nilai ACN dan nilai PCN. Terlihat bahwa seluruh nilai PCN > ACN yang menandakan kondisi struktur perkerasan yang baik. Pada grafik tersebut terlihat pula garis yang menunjukkan jumlah keberangkatan tahunan tiap pesawat. Apabila nilai PCN tertinggi memiliki nilai keberangkatan yang terlalu kecil maka nilai PCN yang lebih rendah dengan tingkat jumlah keberangkatan yang lebih proporsional bisa dijadikan nilai PCN.



Gambar 21 Hasil Perbandingan ACN Dan PCN

### Rancangan Anggaran Biaya

Dengan dilaksanakannya perancangan *turn pad area* ini, disertakan juga rancangan anggaran biaya (RAB) sesuai dengan volume maupun luasan yang telah diketahui pada pembahasan diatas. Hasil penyusunan RAB dapat dilihat pada lampiran terlampir.

Tabel 16 RAB Faarfield

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	STN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
1	2	3	4	5	6
<b>A PEKERJAAN PERSIAPAN</b>					
1	PEKERJAAN PENGUKURAN	1125	m2	Rp 7.767	Rp 8.737.875
1	PEKERJAAN PEMBERSIHAN	1125	m2	Rp 24.010	Rp 27.011.250
<b>B PEKERJAAN TANAH</b>					
1	Pekerjaan tanah biasa sedalam > 1-2 m (m3)	731,25	m3	Rp 166.126	Rp 121.479.638
2	Pekerjaan Buangan Tanah dan Perataan	731,25	m3	Rp 81.187	Rp 59.367.994
<b>C PEKERJAAN STRUKTUR</b>					
1	Pekerjaan Lapis Sirtu / m3	290,25	m3	Rp 555.095	Rp 161.116.324
2	Pekerjaan Pematatan Tanah Tiap 20 cm (m3)	1687,5	m3	Rp 16.377	Rp 27.636.188
3	Pekerjaan Lapis Batu Pecah / m3	675	m3	Rp 555.095	Rp 374.689.125
<b>D PEKERJAAN ASPAL</b>					
1	Pekerjaan Prime Coat / M2	1125	m2	Rp 8.702	Rp 9.789.750
2	Pekerjaan Tack Coat 1 Kg / M2	1125	m2	Rp 13.066	Rp 14.699.250
3	Pekerjaan Asphalt Treated Base (ATB) / Ton	328,61	ton	Rp 1.303.050	Rp 428.195.261
4	Pekerjaan Pengaspalan AC-BC / Ton	328,61	ton	Rp 1.419.333	Rp 466.407.017
				Jumlah	Rp 1.699.129.670
				PPN 10%	Rp 169.912.967
				Total Jumlah	Rp 1.869.042.637
				Dibulatkan	Rp 1.869.043.000
Terbilang : Satu Miliar Delapan Ratus Enam puluh Sembilan Juta Empat Puluh Tiga Ribu Rupiah					

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan dari data yang telah dianalisa dan sesuai dengan perhitungan makadapat disimpulkan bahwa :

1. Dengan mengacu pada *Aerodrome Design Manual Doc. 9157 part 1* dan MOS - KP 326 tahun 2019 maka di dapatkan dimensi untuk *turn pad area* yang direncanakan dengan luasan 1125 m<sup>2</sup>, dengan pesawat terbesar yang beroperasi adalah Boeing 737- 800 runway tipe C dimensi 2250 m x 45 m.
2. Dengan menggunakan metode FAA (Federal Aviation Administration) merupakan lembaga regulator penerbangan sipil di Amerika Serikat ,didapatkan total tebal perkerasan sebesar 32 inch ≈ 81,28 cm. Dengan menggunakan program FAARFIELD *Advisory Circular AC 150/5320-6F Airport Pavement Design and Evaluation* didapatkan total tebal perkerasan sebesar 26,88 in (68.27 cm).
3. Dari hasil perhitungan struktur turnpad pada 01 Bandar udara Kalimantan Berau dengan perkerasan lentur dibutuhkan anggaran biaya sebesar Rp.

1.869.043.000 atau terbilang sebesar Satu Miliar Delapan Ratus Enam puluh Sembilan Juta Empat Puluh Tiga Ribu Rupiah dari hasil RAB yang sudah diolah

### Saran

Meninjau keadaan Runway Bandar Udara Kalimantan Berau dengan dimensi 2250 m x 45 m tipe C yang belum mempunyai turn pad dan seringnya terjadi *one wheel lock* terhadap runway maka direncanakannya pembuatan turn pad di area 01 untuk menghindari kerusakan akibat *one wheel lock*. Dengan adanya perencanaan ini dapat memberikan kemudahan bagi pilot untuk bermanuver di area tersebut dikarenakan adanya perencanaan *turn pad area* yang sebelumnya tidak ada dan juga mencegah terjadinya tergelincir untuk pesawat yang melintas di area tersebut dikarenakan untuk pesawat terbesar yakni B 737-800 bidang *clearance distance*-nya sudah terpenuhi.

1. Untuk menghindari kerusakan yang diakibatkan *one wheel lock* maka disarankan kepada peyelenggara Bandar Udara Kalimantan untuk membuat Turn Pad
2. Untuk penulis berikutnya disarankan untuk melengkapi data dan menjadikan tugas akhir ini sebagai referensi, karena dalam tugas akhir ini penulis masih menggunakan keterbatasan data yang didapat.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Federal Aviation Administration*. 1995, Advisory Circular AC 150/5320-6D Airport Pavement Design and Evaluation.
- [2] *Federal Aviation Administration*. 1995, Advisory Circular AC 150/5320-6F Airport Pavement Design and Evaluation.
- [3] *Federal Aviation Administration*. 2014, Advisory Circular/AC 150/5335-5C

Airport Pavement Design and Evaluation.

- [4] 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*).
- [5] International Civil Aviation Organization. 2005. *Doc 9157-AN/901 Aerodrome Design Manual Part Aerodrome Design Manual (Doc 9157)* bagian 1 dan Annex 14. Desain *turn pad* untuk *code letter C*.