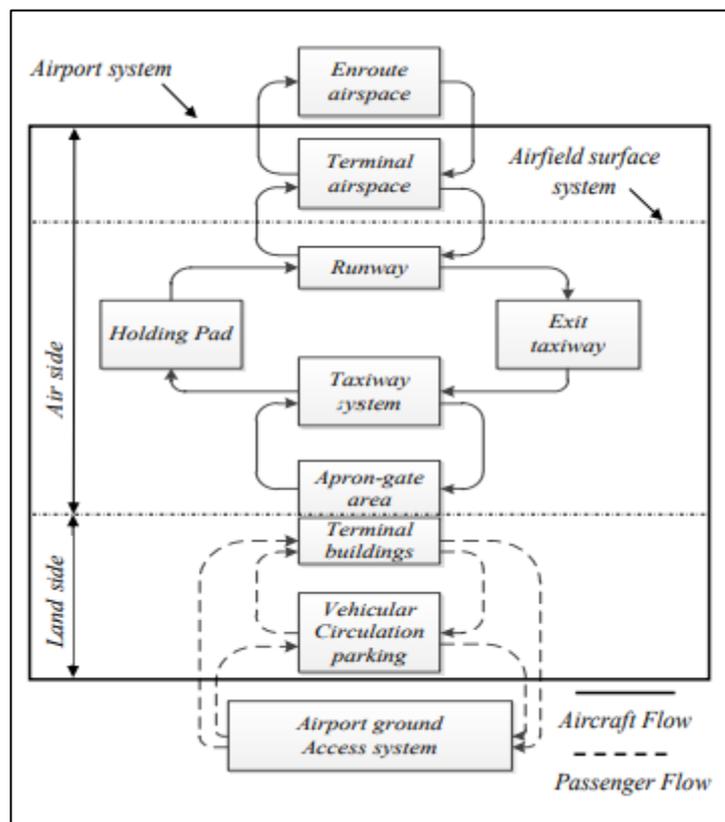


## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sistem Bandar Udara

Sebagai suatu yang saling berkesinambungan bandar udara memiliki kebutuhan sistem yang berbeda-beda. Sistem bandar udara terdiri dari 2 bagian komponen utama yaitu, sisi darat dan sisi udara seperti pada **Gambar 2.1**.



**Gambar 2. 1** Grafik sistem Bandar Udara

Sumber: Horonjeff. Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara, 2010.

Didalam sistem bandar udara, karakteristik dari kendaraan baik di darat maupun di udara memberikan pengaruh yang cukup besar dalam perencanaannya.

Sistem bandar udara dari sisi darat terdiri dari sistem jalan penghubung, yaitu jalan masuk bandar udara, lahan parkir, dan bangunan yang berfungsi sebagai terminal. Sedangkan sistem bandar udara dari sisi udara terdiri dari *taxiway*, *holding pad*, *exit taxiway*, *runway*, terminal udara, dan jalur penerbangan di udara.

Dalam pembahasan mengenai bandar udara dikenal istilah-istilah berikut ini (Basuki, 1986; Sandhyvitri dan Taufik, 2005),

1. Aerodrome, yaitu kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang hanya digunakan sebagai tempat pesawat mendarat dan/atau lepas landas, meliputi bangunan sarana dan prasarana, instalasi infrastruktur, dan peralatan penunjang, dan dipergunakan baik sebagian maupun keseluruhan untuk kedatangan, keberangkatan penumpang dan barang, pergerakan pesawat terbang. Namun aerodrome belum tentu dipergunakan untuk penerbangan yang terjadwal.
2. Aerodrome reference point, yaitu letak geografis suatu aerodrome.
3. Airport, yaitu area daratan dan/atau perairan yang secara regular dipergunakan untuk kegiatan take off dan landing pesawat udara. Fasilitas yang ada pada airport berfungsi untuk pendaratan, parkir pesawat, perbaikan pesawat, bongkar muat penumpang dan barang, dilengkapi dengan fasilitas keamanan dan bangunan terminal untuk mengakomodasi keperluan penumpang dan barang, sebagai tempat perpindahan antar moda transportasi.
4. Airfield, yaitu area darat dan/atau air yang digunakan untuk kegiatan take off dan landing pesawat udara, fasilitas untuk pendaratan, parkir pesawat, perbaikan pesawat dan bangunan terminal untuk mengakomodasi keperluan penumpang pesawat.
5. Landing area, yaitu bagian dari bandar udara yang dipergunakan untuk take off dan landing, namun tidak termasuk daerah terminal.
6. Landing strip, yaitu bagian yang berbentuk panjang dengan lebar tertentu yang terdiri atas shoulder dan runway untuk tempat lepas landas dan mendarat pesawat terbang.

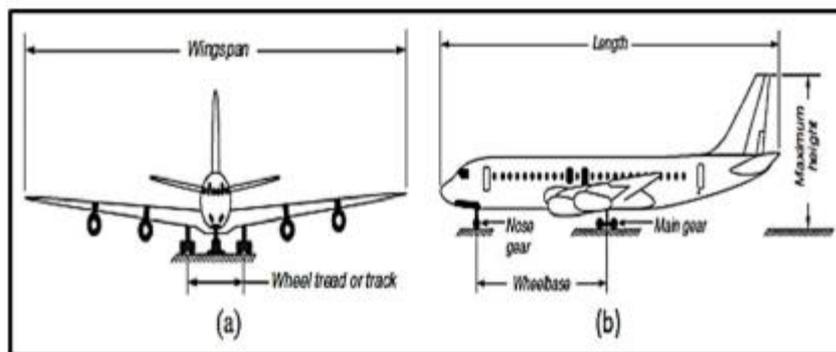
7. Runway, yaitu bagian memanjang dari sisi darat bandar udara yang disiapkan untuk lepas landas dan tempat mendarat pesawat terbang.
8. Taxiway, yaitu bagian sisi darat dari bandar udara yang dipergunakan pesawat untuk berpindah (taxi) dari runway ke apron atau sebaliknya.
9. Apron, yaitu bagian bandar udara yang dipergunakan oleh pesawat terbang untuk parkir, menunggu, mengisi bahan bakar, mengangkat dan membongkar muat barang dan penumpang. Perkerasannya dibangun berdampingan dengan bangunan terminal.
10. Holding apron, yaitu bagian dari bandar udara yang berada didekat ujung landasan yang dipergunakan untuk pengecekan terakhir dari semua instrumen dan mesin pesawat sebelum take off, selain itu juga untuk tempat menunggu sebelum take off.
11. Bangunan terminal, yaitu bagian bandar udara yang berfungsi untuk memenuhi berbagai keperluan penumpang dan barang.
12. Overrun, yaitu bagian dari area di ujung landasan pacu yang dipergunakan oleh pesawat untuk berputar sebelum lepas landas. Overrun biasanya terbagi 2, yakni:
  - a. Stopway, bagian overrun yang lebarnya sama dengan runway dengan diberi perkerasan tertentu.
  - b. Clearway, bagian overrun yang diperlebar dari stopway, dan biasanya ditanami rumput.
13. Fillet, yaitu bagian tambahan dari perkerasan yang disediakan pada persimpangan runway atau taxiway untuk memfasilitasi beloknya pesawat terbang agar tidak tergelincir keluar jalur perkerasan yang ada.
14. Shoulder, yaitu bagian tepi perkerasan baik sisi kiri, kanan, muka, dan belakang *runway, taxiway, dan apron*.

## 2.2 Karakteristik Pesawat Terbang

Pengetahuan tentang spesifikasi pesawat terbang secara umum dibutuhkan untuk merencanakan prasarannya. Pesawat yang digunakan untuk operasional penerbangan mempunyai kapasitas yang bervariasi dari 10 hingga 1000 penumpang.

Pesawat terbang “*General Aviation*” digolongkan sebagai pesawat-pesawat terbang berukuran kecil jika memiliki daya angkut berkisar orang.

Dimensi sebuah pesawat terbang memberikan pengaruh yang cukup besar dalam merencanakan dan merancang sebuah bandar udara khususnya landas pacu (runway). Panjang pesawat digunakan untuk menentukan panjang area parkir pesawat, sedangkan lebar pesawat digunakan untuk menentukan lebar area parkir pesawat, serta menentukan lebar pemisah landasan pacu dan landasan hubung di lapangan seperti yang terlihat pada **Gambar 2.2**.



**Gambar 2. 2** Dimensi Pesawat Udara (a) Tampak Depan; (b) Tampak Samping  
Sumber: Horonjeff. Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara 2010.

Kapasitas pesawat terbang menentukan berat dari pesawat itu sendiri, semakin besar kapasitasnya berarti semakin besar pula berat dari pesawat tersebut. Berat pesawat menjadi salah satu faktor kunci yang berpengaruh dalam menentukan dan memperhitungkan panjang dari landas pacu yang terdapat di dalam buku referensi panjang landasan pacu minimum yang dipakai setelah beberapa kali dilakukan pengujian oleh pabrik pembuat pesawat terbang yang bersangkutan, dan ditentukan menurut kondisi standar.

### 2.3 Struktur Perkerasan Landas Pacu

Perkerasan diartikan sebagai struktur yang terdiri dari satu atau lebih lapisan perkerasan yang dibuat dari berbagai bahan terpilih. Perkerasan dapat berupa

agregat kasar dan agregat halus yang diikat menggunakan Aspal biasa disebut dengan perkerasan lentur, atau bisa juga menggunakan plat beton yang biasa juga disebut dengan perkerasan kaku.

Perkerasan bertujuan untuk memberikan permukaan yang halus dan aman pada segala kondisi cuaca sehingga pengguna mendapatkan kenyamanan, serta tebal dari setiap lapisan harus cukup untuk menerima beban pesawat yang bekerja agar tidak merusak lapisan dibawahnya.

Perkerasan lentur biasanya terdiri dari satu atau lebih lapisan yang digolongkan sebagai permukaan (*surface course*), lapisan pondasi atas (*base course*), dan lapisan pondasi bawah (*subbase course*) yang terletak diantara pondasi atas dan lapisan tanah dasar (*subgrade*) yang telah dipersiapkan.

Lapisan permukaan terdiri dari campuran bahan bitumen dan agregat kasar maupun halus, yang tebalnya bisa bervariasi sesuai dengan beban yang diterima oleh perkerasan tersebut. Fungsi utamanya adalah untuk memberikan permukaan yang sama rata agar lalu-lintas menjadi aman dan nyaman serta mampu memikul beban yang bekerja diatasnya dan meneruskan beban tersebut ke lapisan yang ada dibawahnya.

Lapisan pondasi atas biasanya terdiri dari material berbutir kasar dengan bahan pengikat (seperti Aspal dan semen) atautanpa bahan pengikat tetapi menggunakan bahan penguat (misalnya kapur). Lapisan pondasi harus dapat memikul beban-beban yang bekerja diatasnya dan meneruskan serta menyebarkan ke lapisan yang ada dibawahnya.

Lapisan pondasi bawah biasanya terdiri dari batu alam yang dipecahkan terlebih dahulu atau bisa juga yang alami. Bahan yang biasa digunakan seperti bahan batu-pasir (sirtu) yang diproses terlebih dahulu atau bahan yang dipilih dengan hasil galian di tempat pekerjaan.

## 2.4 Struktur Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

*Flexible pavement* adalah suatu perkerasan yang mempunyai sifat elastis, yang berarti perkerasan akan melendut saat diberi pembebanan. Struktur lapisan perkerasan lentur sebagai berikut.

1. Tanah dasar (*Sub Grade*);
2. Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)
3. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)
4. Lapisan stabilisasi (*Asphalt Treated Base*)
5. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

### 2.4.1 Tanah Dasar (*Sub Grade*)

Pada perencanaan tebal perkerasan Tanah dasar (*sub grade*) akan menentukan kualitas dari struktur perkerasan sehingga sifat-sifat tanah dasar cukup mempengaruhi kekuatan dan keawetan konstruksi landas pacu.

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

Penentuan daya dukung tanah dasar berdasarkan evaluasi hasil pemeriksaan laboratorium. Koreksi-koreksi perlu dilakukan karena hasil pemeriksaan di laboratorium tidak dapat mencakup secara detail sifat-sifat daya dukung tanah dasar, koreksi ini pun harus dilakukan dengan baik dalam tahap perencanaan detail maupun tahap pelaksanaan.

### 2.4.2 Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

Lapisan pondasi bawah (*Sub Base Course*) yaitu bagian dari konstruksi perkerasan landas pacu yang berada diantara tanah dasar (*Sub Grade*) dan lapisan pondasi (*Base Course*).

Fungsi lapisan pondasi bawah sebagai berikut:

1. Untuk mencegah tanah dasar masuk kedalam lapisan pondasi atas
2. Bagian dari konstruksi perkerasan yang telah mendukung dan menyebarkan beban ke tanah dasar.
3. Mencapai efisiensi penggunaan material yang murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya agar biaya konstruksi menjadi ekonomis.

#### **2.4.3 Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)**

Lapisan pondasi (*Base Course*) yaitu bagian dari perkerasan landasan pacu yang terletak diantara lapisan pondasi bawah dan lapisan permukaan. Fungsi lapisan pondasi diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Bagian perkerasan yang fungsinya menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan yang berada dibawahnya;
2. Bantalan untuk lapisan pondasi bawah;
3. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.

#### **2.4.4 Lapisan Stabilisasi (*Asphalt Treated Base*)**

Lapisan Stabilisasi (*Asphalt Treated Base*) merupakan jenis campuran yang diperuntukan untuk perkerasan dengan lalu lintas sedang dan padat yang terletak sebagai pondasi sebelum lapisan permukaan. Lapisan ini juga digunakan sebagai lapis sementara sebelum lapisan atas selesai dikerjakan. Fungsi lapisan stabilisasi diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Sebagai bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban dan menyebarkan beban ke lapisan yang berada dibawahnya;
2. Sebagai lapisan peresapan untuk pondasi bawah;
3. Sebagai bantalan terhadap lapisan permukaan.

#### **2.4.5 Lapisan Permukaan (*Surface Course*)**

Lapisan Permukaan (*Surface Course*) adalah lapisan yang terletak dibagian paling atas dari perkerasan. Fungsi dari lapisan permukaan diantaranya sebagai berikut:

1. Lapisan kedap air, sehingga air hujan yang jatuh dipermukaanya tidak meresap ke lapisan yang ada dibawahnya;
2. Lapisan perkerasan yang berfungsi sebagai penahan beban roda, dan lapisan yang mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban selama masa layan;
3. Lapisan yang menyalurkan beban ke lapisan yang ada dibawahnya, sehingga lapisan bawah yang memikul daya dukung lebih kecil akan menerima beban yang kecil juga;
4. Lapisan aus (*Wearing Course*), lapisan yang langsung menderita yang diakibatkan gesekan akibat rem kendaraan sehingga lapisan tersebut menjadi aus.

Penggunaan lapisan Aspal diperlukan agar lapisan dapat kedap terhadap air, disamping itu juga bahan Aspal sendiri memberikan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban lalu lintas. Pemilihan bahan untuk lapisan permukaan perlu diperhatikan dan dipertimbangkan kegunaanya, umur rencana serta jenis kekuarannya agar tercapai konstruksi yang bermanfaat sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan.

## **2.5 Perencanaan Perkerasan Bandar Udara**

Dalam merencanakan perkerasan bandar udara ada beberapa metode yang umum untuk digunakan, yaitu:

1. Metode *California Bearing Ratio* (CBR);
2. Metode *Federal Aviation Administration* (FAA).

Pada penelitian ini digunakan metode *Federal Aviation Administration* (FAA), yang mengacu pada *Advisory Circular* (AC) NO.150/5320/6F.

### **2.5.1 Perencanaan Perkerasan Menggunakan Metode *Federal Agency Administration* (FAA)**

Dari beberapa jenis metode untuk merencanakan perkerasan landas pacu bandar udara salah satunya menggunakan metode FAA. *Federal Aviation Administration*

(FAA) merupakan lembaga Pemerintah Amerika Serikat yang bertugas untuk mengatur segala macam hal yang berhubungan dengan dunia penerbangan dan navigasi di Amerika. FAA membuat peraturan desain tebal perkerasan bandar udara yaitu: *Advisory Circular (AC) No.150/5320/6D* yang menggunakan cara manual dan *Advisory Circular (AC) NO.150/5320/6F* metode ini merupakan pengembangan perencanaan perkerasan berdasarkan metode CBR, yang menggunakan program *Federal Aviation Administration Rigid and Flexible Iterative Elastic Layered Design (FAARFIELD V 1.42)*

Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk merencanakan tebal perkerasan berdasarkan metode FAA adalah sebagai berikut:

1. Klasifikasi tanah dasar;
2. Mengumpulkan data lalu lintas campuran;
3. Menentukan tipe roda pendaratan utama;
4. Menentukan beban roda pendaratan utama pesawat ( $W_2$ );
5. Menentukan setiap tebal lapisan perkerasan.

### 2.5.2 Daya Dukung Tanah Dasar

Daya dukung yang digunakan dalam perencanaan perkerasan memiliki 4 tingkatan, 4 tingkatan ini dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

**Tabel 2. 1** Daya Dukung Tanah Dasar Perkerasan Lentur

<i>Strength</i>	<i>Subgrade Support CBR-Value</i>	<b>CBR</b>	<b>Kode</b>
Tinggi	15	13%	A
Menengah	10	8%-13%	B
Rendah	6	4%-8%	C
Sangat Rendah	3	4%	D

Sumber : FAA AC 150/5335-5C, 2009

### 2.5.3 Lalu Lintas Pesawat Campuran

FAA selaku pengembang dari *software* FAARFIELD V 1.42 membuat *software* ini dengan tujuan khusus untuk menghasilkan tebal perkerasan berdasarkan lalu lintas pesawat campuran, berbeda dari metode sebelumnya yang hanya menggunakan pesawat rencana untuk mendapatkan hasil perhitungan tebal perkerasan.

Metode ini dikembangkan karena setiap pesawat dapat berkontribusi dalam memberi efek kerusakan pada struktur perkerasan yang dihitung dalam *Cumulative Damage Factor* (CDF) dimana nilai dari jumlah CDF itu sendiri tidak boleh melebihi angka 1, hal ini menunjukkan bahwa struktur perkerasan mampu melayani beban lalu lintas yang terjadi.

### 2.5.4 Penentuan Tipe Roda Pendaratan Utama

Untuk menentukan tebal perkerasan harus menggunakan *maximum takeoff weight*. Dalam tahap perencanaan tebal perkerasan lentur landas pacu diasumsikan bahwa 95% *gross weight* diterima oleh *main gear* dan 5% sisanya diterima oleh *nose gear*.

### 2.5.5 Penentuan Beban Roda Pendaratan Utama Pesawat ( $W_2$ )

Untuk pesawat yang memiliki badan lebar dianggap mempunyai MTOW yang cukup tinggi dengan roda pendaratan utama dalam perhitungan *Equivalent Annual Departure* (R1) ditentukan beban roda tiap pesawat, 95% berat total dari pesawat ditopang oleh roda pendaratan utama.

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung roda pendaratan utama pesawat  $W_2$  dengan Rumus 2.2

$$W_2 = P \times MTOW \times \frac{1}{A} \times \frac{1}{B} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

$W_2$  = Beban roda pendaratan dari masing-masing jenis pesawat

MTOW = Berat maksimum pesawat saat lepas landas

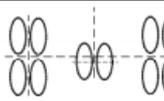
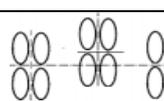
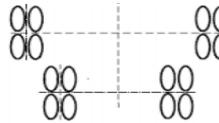
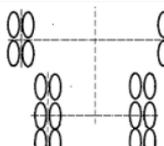
A = Jumlah konfigurasi roda

B = Jumlah roda per satu konfigurasi

P = Persentase beban yang diterima roda pendaratan utama

Tipe roda pendaratan utama sangatlah penting untuk menentukan dalam perhitungan tebal perkerasan landas pacu. Hal ini dikarenakan penyaluran beban pesawat melalui roda-roda ke perkerasan. **Tabel 2.2** Menunjukkan konfigurasi sumbu pesawat.

**Tabel 2. 2** Konfigurasi Sumbu Pesawat

<b>Gear Designation</b>	<b>Gear Designation</b>	<b>Airplane Example</b>
S		Single Wheel-45
D		B737-100
2S		C-130
2D		B767-200
3D		B777-200
2T		C-17A
2D/D1		DC10-30/40
2D/2D1		A340-600 std
2D/2D2		B747-400
2D/3D2		A380-800
5D		An-124

Sumber : FAA AC No: 150/5320-6E, 2009.

### 2.5.6 Penentuan Nilai Ekuivalen Keberangkatan Pesawat

Pada dasarnya, struktur perkerasan harus mampu melayani berbagai macam jenis pesawat terbang yang mempunyai tipe roda pendaratan yang berbeda-beda dan

bervariasi beratnya. Pengaruh beban yang diakibatkan oleh berbagai macam pesawat ini harus dikonversikan ke dalam pesawat rencana yaitu dalam perencanaan ini dipilih pesawat Boeing 737-800 dengan *Equivalent Annual Departure* dari pesawat-pesawat campuran yang bekerja di landasan pacu yang ditinjau, sehingga dapat disimpulkan bahwa perhitungan ini berguna untuk mengetahui total keberangkatan keseluruhan pesawat yang bermacam-macam dan di konversikan ke dalam pesawat rencana. Maka dari itu unruk mengetahui nilai ekivalen tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\log R1 = \log R2 \sqrt{\frac{W2}{W1}} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

R1 : *Equivalent Annual Departure* pesawat rencana

R2 : *Equivalent Annual Departure* pesawat

W1 : Beban roda pesawat rencana (lbs)

W2 : Beban roda pesawat (lbs)

### 2.5.7 Susunan Tebal Perkerasan

Dalam perencanaan tebal perkerasan yang dikembangkan oleh FAA ini adalah perencanaan untuk masa layan atau umur rencana, dimana selama masa layan tersebut harus tetap dilakukan pemeliharaan secara berkala. Susunan tebal perkerasan dihitung dengan menggunakan metode FAA, dimana tebal *base course* ditentukan terlebih dahulu sesuai dengan beban yang bekerja pada landas pacu. **Tabel 2.3** Menunjukkan tebal minimum *base course* sesuai dengan sumbu roda.

**Tabel 2. 3** Tebal Minimum *Base Course*

<i>Design Aircraft</i>	<i>Design Load Range</i>		<i>Minimum Base Course Thickness</i>	
	<b>(Pound)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(in)</b>	<b>(mm)</b>
<i>Single</i>	30.000-50.000	13.600-22.700	4	100
<i>Wheel</i>	50.000-70.000	22.700-34.000	6	150
<i>Dual</i>	50.000-100.000	22.700-45.000	6	150
<i>Wheel</i>	100.000-200.000	45.000-90.700	8	200
<i>Dual</i>	100.000-200.000	45.000-113.400	6	150
<i>Wheel</i>	250.000-400.000	113.400-181.000	8	200
B-757 B-767	200.000-400.000	90.700-181.000	6	150
DC-10 L101I	400.000-600.000	181.000-272.000	8	200
B-747	400.000-600.000 600.000-850.000	181.000-272.000 272.000-385.700	6 8	150 200
C-130	75.000-125.000 125.000-175.000	34.000-56.700 56.700-79.400	4 6	100 150

Sumber: FAA AC No: 150/5320-6F, 2016.

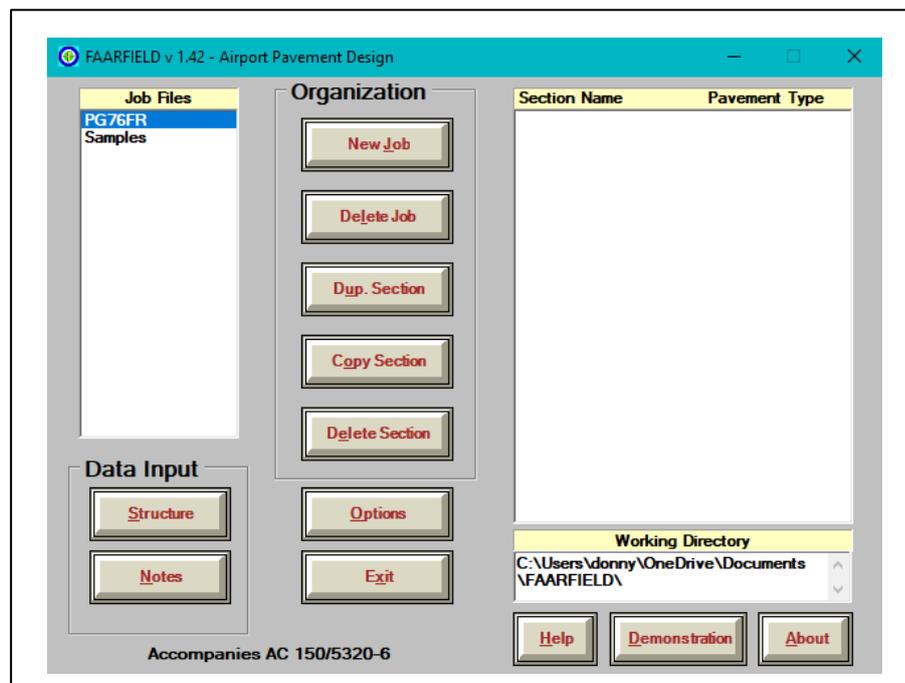
## 2.6 *Software* FAARFIELD V 1.42 dan COMFAA 3.0

Dalam merencanakan struktur perkerasan bandar udara ini mengacu pada standar yang dikeluarkan oleh FAA. FAA menyediakan panduan desain perkerasan bandar udara dalam *Advisory Circular AC 150/5320-6F Airport Pavement Design and Evaluation*. FAA mengimplementasikan prosedur perencanaan perkerasan mekanistik didalam *software* FAARFIELD V 1.42, dan untuk menentukan nilai ACN dan PCN menggunakan *software* COMFAA 3.0.

### 2.6.1 Perencanaan Perkerasan dengan *Software* FAARFIELD v 1.42

FAARFIELD V 1.42 (*Federal Aviation Administration Rigid and Flexible Iterative Elastic Layered Design*) adalah *software* yang dikembangkan oleh FAA untuk mendesain tebal perkerasan. FAARFIELD V 1.42 menerapkan prosedur *layer elastic* dan *finite element* untuk merencanakan perkerasan baru dan tebal lapis tambah (*overlay*) pada perkerasan lentur maupun kaku. Prosedur perhitungan dan desain ketebalan dalam *software* ini berdasarkan metode FAA-AC No: 150/5320-6F. Program ini meninjau dan menghitung kebutuhan setiap jenis pesawat.

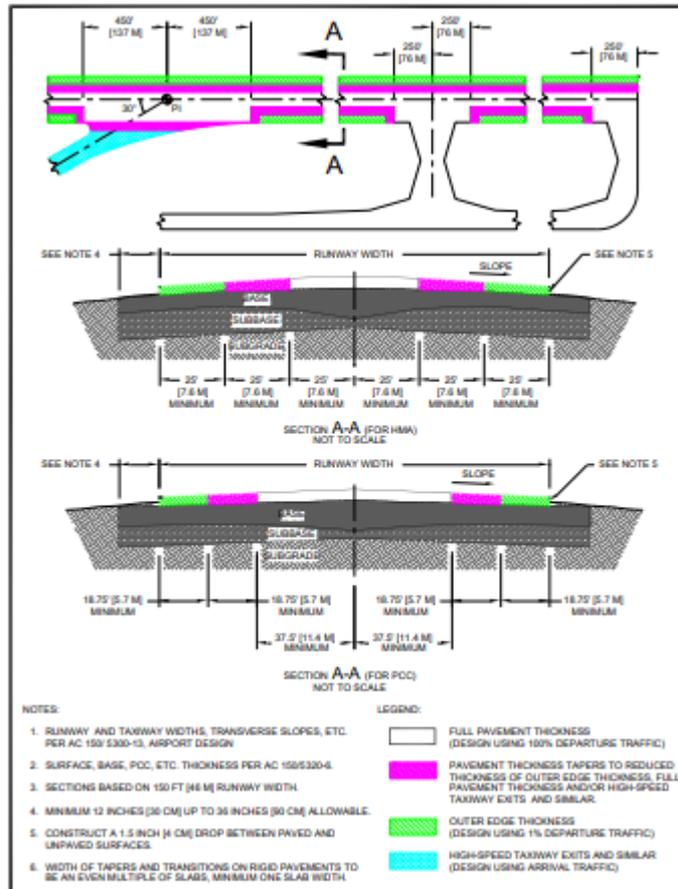
**Gambar 2.3** Menunjukkan tampilan awal program FAARFIELD V 1.42.



**Gambar 2.3** Tampilan Awal *Software* FAARFIELD V 1.42

Sumber: *Software* FAARFIELD V 1.42

**Gambar 2.4** Menunjukkan potongan melintang bandar udara, baik perkerasan lentur maupun kaku, memiliki beberapa lapis yang terdiri dari lapis permukaan, *base course*, dan *sub base course* dan juga tanah dasar.



**Gambar 2. 4** Tipikal Denah dan Potongan Perkerasan Bandar Udara

Sumber: FAA AC No: 150/5320-6F, 2016

Pada perencanaan perkerasan lentur, FAARFIELD V 1.42 menggunakan regangan vertical maksimum pada bagian atas tanah dasar dan regangan horizontal maksimum dibawah lapisan permukaan *Asphalt Concrete* sebagai prediksi umur layan struktur perkerasan yang sudah direncanakan.

FAARFIELD V 1.42 berlandaskan pada konsep *Cumulative Damage Factor* (CDF). Nilai CDF untuk suatu pesawat berada pada rentang 0 hingga 1. Nilai CDF menyatakan kontribusi kegagalan maksimum pada perkerasan. Sebagai contoh, jika nilai CDF 0,75 maka dapat diartikan umur perkerasan sudah 75% dari umur umur layan yang telah direncanakan, yang berarti perkerasan tersebut memiliki sisa

umur layan sebesar 25% untuk pesawat yang akan datang sebelum perkerasan ini gagal/*failure*.

#### 1. Perencanaan Perkerasan Lentur

FAARFIELD V 1.42 mempunyai kode untuk setiap jenis material yang digunakan dalam perencanaan struktur perkerasan bandar udara, kode tersebut harus disesuaikan dengan yang biasanya digunakan di Indonesia, **Tabel 2.4** Menunjukkan material yang umum digunakan di Indonesia. Gradasi yang digunakan dalam metode FAA sama dengan gradasi yang digunakan di KP 576.

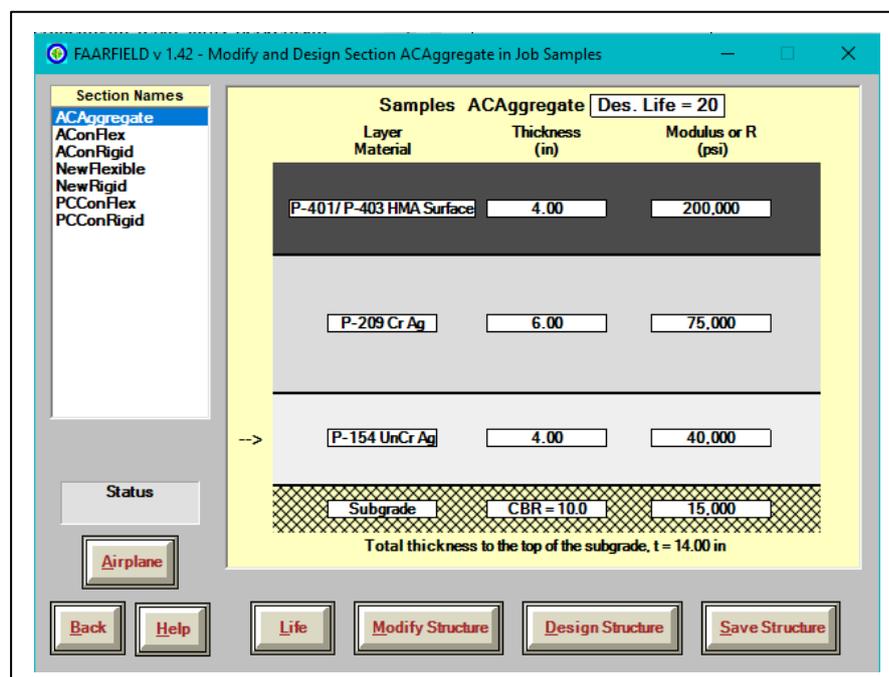
**Tabel 2. 4** Kode Material pada *Software* FAARFIELD V 1.42

Jenis	Keterangan	Material
Aggregate: P-208 P-209 (Crushed) P-154 (Uncrushed)	Agregat Pecah dan Tidak Pecah	Lapis Pondasi dan Lapis Pondasi Bawah
HMA: All P-401/P-403: Surface Overlay	Campuran Aspal Panas (Perkerasan Lentur)	AC-WC, AC-BC, AC-Base
Stabilized (Flexible) Variable P401/P403 HMA	Bahan Stabilisasi Aspal	ATB
Stabilized (Flexible) Variable P-301 Soil Cement Base P-304 Cement Treated Base P-306 Econocrete Subbase	Stabilisasi Semen	CTB

Sumber: FAA AC No: 150/5320-6F, 2016

Perencanaan struktur perkerasan bandar udara memerlukan penggunaan perkerasan stabilisasi jika ada pesawat yang memiliki bobot lebih besar sama dengan 45400 kg yang menggunakan landas pacu tersebut.

Pada tahun 2008, FAA memberlakukan metode perancangan tebal lapis perkerasan lentur dengan menggunakan teori lapis elastis. Teori ini mempertimbangkan gaya vertical dan horizontal yang bekerja pada struktur perkerasan. Besarnya lendutan yang terjadi pada struktur akibat pembebanan merupakan fungsi dari elastisitas material, MR (Modulus Resilien). Rasio dari lendutan pada arah transversal dan vertical dapat ditentukan dengan rasio *Poisson*,  $\mu$ . Pada *software* FAARFIELD V 1.42, teori lapis elastis dan CDF digunakan untuk menentukan tebal lapis perkerasan. **Gambar 2.5** Menunjukkan hasil yang diperoleh dari *software* FAARFIELD V 1.42.



**Gambar 2.5** Tampilan dari Hasil *Software* FAARFIELD V 1.42 Untuk Lapisan Lentur

Sumber: *Software* FAARFIELD V 1.42.

## 2. PCN (*Pavement Classification Number*)

PCN merupakan nilai komposit yang menyatakan bahwa kapasitas structural dari perkerasan terhadap nilai tegangan pada level pembebanan tertentu. ICAO mewajibkan bandar udara yang melayani pesawat dengan bobot lebih dari atau sama dengan 5700 kg untuk mempublikasikan nilai PCN. Nilai PCN saling berkesinambungan dengan nilai ACN (*Aircraft Classification Number*). ACN merupakan nilai yang menunjukkan efek relatif kerusakan yang ditimbulkan oleh pesawat terhadap suatu struktur perkerasan bandar udara pada kondisi tanah dasar tertentu. Struktur perkerasan dengan nilai PCN tertentu dapat melayani pesawat yang memiliki nilai ACN sama dengan atau lebih kecil ketimbang nilai PCN itu sendiri. Sistem ACN-PCN hanya ditunjukkan sebagai metode untuk mendapatkan kekuatan relatif struktur perkerasan sehingga pihak bandar udara dapat menentukan tingkat operasional apa saja yang dapat dilayani oleh bandar udara tersebut. Metode ini tidak ditujukan sebagai prosedur wajib dalam perancangan maupun evaluasi struktur perkerasan bandar udara. PCN dilaporkan dengan menggunakan penomoran dengan konfigurasi:

- a. Nilai numerik PCN;
- b. Tipe perkerasan
- c. Kategori tanah dasar;
- d. Tegangan roda izin;
- e. Metode yang digunakan.

### **2.6.2 Penentuan Nilai PCN Menggunakan *software* COMFAA 3.0**

COMFAA 3.0 juga merupakan *software* yang dikembangkan oleh FAA untuk menentukan nilai CDF, PCN, dan ACN pada struktur perkerasan bandar udara yang berfungsi untuk mengetahui kondisi dari perkerasan yang digunakan maupun yang sedang direncanakan. COMFAA 3.0 memberikan informasi berupa kode yang digunakan oleh operator bandar udara untuk menentukan jenis pesawat apa saja

yang dapat menggunakan bandar udara tersebut dalam usaha pemeliharaan struktur perkerasan. **Tabel 2.5** Menunjukkan bagaimana kondisi tanah dasar berdasarkan nilai CBR, **Tabel 2.6** Menunjukkan tekanan roda pesawat yang beroperasi dan **Tabel 2.7** Menunjukkan evaluasi perkerasan yang digunakan pada struktur perkerasan tersebut.

Terdapat kode jenis perkerasan, dimana kode tersebut dibagi menjadi 2 (dua) tipe, yang pertama yaitu Flexible Pavement yang memiliki kode F dan yang kedua yaitu Rigid Pavement dengan kode R (FAA AC No. 150/5335-5C, 2014).

**Tabel 2. 5** Kode Kondisi Tanah Dasar

<b>Strength</b>	<b>Subgrade Support CBR-Value</b>	<b>CBR</b>	<b>Kode</b>
High	15	13%	A
Medium	10	8%-13%	B
Low	6	4%-8%	C
Ultra Low	3	4%	D

Sumber: FAA AC 150/5335-5C, 2014

**Tabel 2. 6** Kode Kondisi Tekanan Roda

<i>Category</i>	<i>Code</i>	<i>Tire Pressure Range</i>
<i>Unlimited</i>	<i>W</i>	<i>No Pressure Limit</i>
<i>High</i>	<i>X</i>	<i>Pressure Limited to 254 psi (1,75 MPa)</i>
<i>Medium</i>	<i>Y</i>	<i>Pressure Limited to 181 psi (1,25 MPa)</i>
<i>Low</i>	<i>Z</i>	<i>Pressure Limited to 73 psi (0,50 MPa)</i>

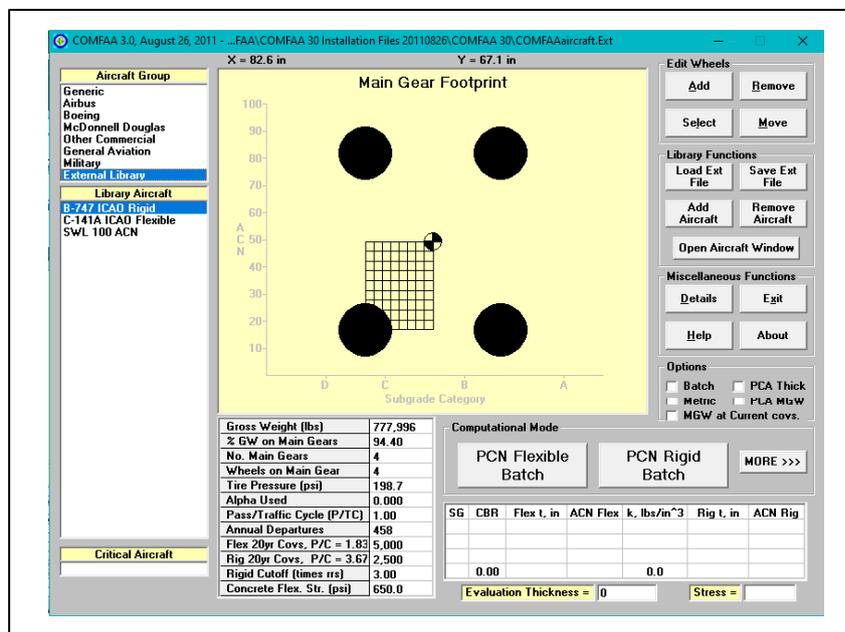
Sumber: FAA AC No. 150/5335-5C, 2014

Tabel 2. 7 Kode Metode Evaluasi

<i>Evaluation Method</i>	<i>Code</i>
Technical Evaluation is a specific study of the characteristics of pavement and the application of pavement behavior	T
The experience of aircraft that have been in operation is knowledge of the type and weight of aircraft that so far can be supported satisfactorily	U

Sumber: FAA AC 150/5335-5C, 2014

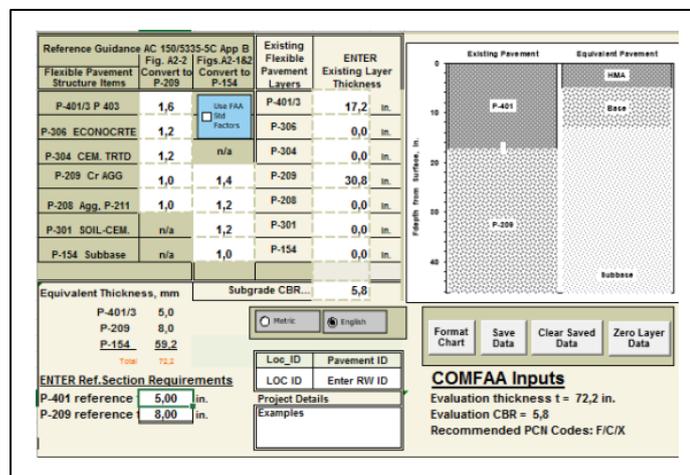
Pada Gambar 2.6 menunjukkan tampilan awal *software* COMFAA 3.0 sebelum memasukan data-data perencanaan yang tersedia seperti jenis pesawat, nilai CBR, nilai tebal evaluasi, nilai P/TC.



Gambar 2. 6 Tampilan Awal Software COMFAA 3.0

Sumber: Software COMFAA 3.0

Dalam mengoperasikan *software* COMFAA 3.0 ini didukung oleh perangkat tambahan lainnya berupa *Microsoft Excel Spreadsheet* COMFAA 3.0 yang fungsinya untuk menentukan tebal evaluasi dan untuk menampilkan grafik hubungan antara nilai tebal perkerasan bandar udara terhadap beban lalu lintas yang bekerja dan nilai kerusakan pada perkerasan yang sudah direncanakan menggunakan *software* FAARFIELD V 1.42 sebelumnya. Tampilan *Software Microsoft Excel Spreadsheet* COMFAA 3.0 seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.7**.



**Gambar 2. 7** Tampilan Awal *Microsoft Excel Spreadsheet* COMFAA 3.0

Sumber : *Microsoft Spreadsheet* COMFAA 3.0

Dalam menentukan nilai PCN struktur perkerasan lentur, ketebalan perkerasan harus dikonversi menjadi ketebalan standar atau referensi yang kemudian dijadikan input pada *software* COMFAA 3.0 sebagai ketebalan evaluasi. **Tabel 2.** menunjukkan nilai ketebalan minimum yang dijadikan standar atau referensi dalam menentukan ketebalan evaluasi pada perkerasan lentur.

**Tabel 2. 8** Nilai Ketebalan Minimum Berdasarkan Jumlah Roda Utama

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

Sumber: FAA AC 150/5335-5C, 2014

Tebal evaluasi didapatkan dengan mengkonversikan material yang satu menjadi material yang lainnya dilakukan dengan mengalikan kelebihan tebal dengan factor ekivalen yang ditunjukkan oleh **Tabel 2.9**.

**Tabel 2. 9** Faktor Ekivalen Perkerasan Lentur

<b>Structural Item</b>	<b>Description</b>	<b>Range Convert to P-209</b>	<b>Recommended Convert to P-209</b>	<b>Range Convert to P-154</b>	<b>Recommended Convert to P-154</b>
P-501	Portland Cement Concrete (PCC)	-	-	-	-
P-401	Plant Mix Bituminous Pavements (HMA)	1.2 to 1.6	1.6	1.7 to 2.3	2.3
P-403	Plant Mix Bituminous Pavements (HMA)	1.2 to 1.6	1.6	1.7 to 2.3	2.3
P-306	Econocrete Subbase Course (ESC)	1.2 to 1.6	1.2	1.6 to 2.3	1.6

Structural Item	Description	Range Convert to P-209	Recommended Convert to P-209	Range Convert to P-154	Recommended Convert to P-154
P-304	Cement Treated Base Course (CTB)	1.2 to 1.6	1.2	1.6 to 2.3	1.6
P-212	Shell Base Course	-	-	-	-
P-213	Sand-Clay Base Course	-	-	-	-
P-220	Caliche Base Course	-	-	-	-
P-209	Crushed Aggregate Base Course	1.0	1.0	1.2 to 1.6	1.4
P-208	Aggregate Base Course	1.0	1.0	1.0 to 1.5	1.2
P-211	Lime Rock Base Course	1.0	1.0	1.0 to 1.5	1.3
P-301	Soil-Cement Base Course	n/a	-	1.0 to 1.5	1.4
P-154	Subbase Course	n/a	-	1.0	1.0
P-501	Portland Cement Concrete (PCC)	Range Convert to P-401 2.2 to 2.5, Recommended 2.5			

Sumber: FAA AC 150/5335-5C, 2014

Penelitian menggunakan *software* COMFAA 3.0, membutuhkan data-data yang telah dihasilkan dalam perencanaan dengan metode FAA, yang nantinya *software* ini akan menghasilkan data berupa nilai ACN dan nilai PCN. System nilai ACN dan nilai PCN ini merupakan satu-satunya metode yang diterapkan oleh ICAO (*International Civil Aviation Organization*) untuk menilai performa atau kekuatan

perkerasan bandar udara. Dengan menggunakan metode ini, pengaruh kerusakan yang diakibatkan oleh pesawat (dengan bobot dan konfigurasi tertentu, serta tipe perkerasan dan kekuatan tanah dasar tertentu) dapat diwakili oleh sebuah angka yang disebut ACN (*Aircraft Classification Number*). ACN adalah sebuah angka yang menunjukkan dampak kerusakan yang terjadi akibat sebuah pesawat relatif terhadap struktur perkerasan pada kondisi kekuatan tanah dasar standar. Kapasitas atau kekuatan dari suatu perkerasan juga dapat diwakili oleh sebuah angka tanpa perlu menspesifikasikan jenis pesawat dan informasi rinci mengenai struktur perkerasan. Angka ini biasa disebut dengan nilai PCN (*Pavement Classification Number*). PCN merupakan angka yang menunjukkan kapasitas atau kekuatan angkut-beban sebuah struktur perkerasan untuk jumlah operasi yang tak-terbatas.

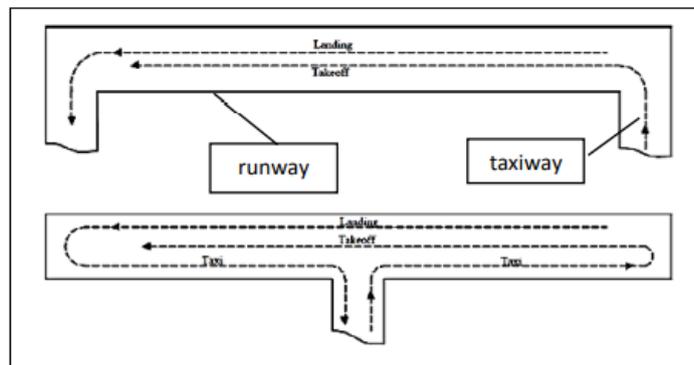
Struktur perkerasan bandar udara dinilai mampu melayani beban akibat lalu lintas udara apabila nilai PCN lebih besar daripada nilai ACN tiap pesawat yang beroperasi di bandar udara tersebut. Informasi mengenai nilai PCN selanjutnya dapat memberikan gambaran mengenai kondisi struktur perkerasan serta digunakannya oleh operator bandar udara untuk menentukan strategi dan kebijakan dalam usaha pemeliharaan struktur perkerasan. Data yang mempengaruhi untuk mendapatkan nilai PCN yaitu:

1. *Arrival and Departure*

*Arrival* adalah istilah untuk mendaratnya sebuah pesawat, sedangkan *Departure* adalah istilah untuk lepas landasnya suatu pesawat. Bobot pesawat saat lepas landas dan pada saat mendarat akan menentukan jumlah siklus pembebanan. Biasanya bobot pesawat yang lepas landas akan lebih berat jika dibandingkan pada saat pesawat mendarat, maka biasanya FAA tidak memperhitungkan kondisi berat pesawat saat mendarat dalam merencanakan maupun elevasi struktur perkerasan bandar udara.

2. *Pass*

*Pass* didefinisikan sebagai satu kali lintasan pesawat diatas permukaan struktur perkerasan bandar udara. Satu lintasan bisa diartikan lintasaan pada saat pesawat mendarat, lintasan pada saat *taxiway*, lintasan pada saat lepas landas, ataupun gabungan dari semuanya. Selain itu jumlah lintasan pesawat juga ditentukan oleh kondisi beban pesawat dan konfigurasi *taxiway* (*parallel* atau *central*), **Gambar 2.8** menunjukkan pola distribusi beban lalu lintas.



**Gambar 2. 8** Pola Distribusi Beban Lalu Lintas

Sumber: FAA AC 150/5335-5C, 2014

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

*Pass to Traffic Cycle Ratio*, didefinisikan sebagai rasio yang menggambarkan jumlah lintasan pesawat. Nilai rasio P/TC dapat dilihat pada **Tabel 2.10**.

**Tabel 2. 10** Nilai Rasio P/TC

<i>Taxiway Serving the Runway</i>	<i>P/TC Fuel Obtained at the Airport (i.e departure gross weight more than arrival gross weight)</i>	<i>P/TC No Fuel Obtained at the Airport (i.e departure gross weight same as arrival gross weight)</i>
<i>Parallel</i>	1	2
<i>Central</i>	2	3

Sumber: FAA AC 150/5335-5C, 2014

4. CBR (*California Bearing Ratio*) adalah nilai yang menyatakan kualitas dari tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR 100%.
5. *Modulus of Rupture*,  $M_r$  adalah nilai yang mengukur kekuatan material sebelum mengalami *rupture* (Kereuntuhan/kegagalan).

## 2.7 Penerapan Aspal Pada Perkerasan Landas Pacu

Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan landas pacu bandara berfungsi sebagai berikut:

1. Bahan pengikat agregat agar tidak lepas dari permukaan landas pacu (*Runway*) akibat beban yang terjadi;
2. Sebagai bahan pelapis dan perekat agregat
3. Lapis resap pengikat (*Prime Coat*) adalah lapisan tipis Aspal cair yang diletakan diatas lapis pondasi sebelum mengerjakan lapisan yang selanjutnya
4. Lapis pengikat (*Tack Coat*) adalah lapis Aspal cair yang diletakan diatas permukaan perkerasan yang telah beraspal sebelum lapis berikutnya dihampar yang berguna juga untuk pengikat diantara keduanya
5. Sebagai pengisi rongga-rongga (*Void*) antara agregat kasar, agregat halus, dan filler.

Dalam perencanaan ini akan digunakan *Hot Mix Asphalt* dengan jenis *Asphalt Concrete PG 76 FR* dan *Hot Mix Asphalt* dengan jenis *Asphalt Concrete Pen 60/70*.

### 2.7.1 *Asphalt Concrete Pen 60/70*

Aspal adalah suatu bahan berwujud padat atau setengah padat berwarna hitam atau coklat gelap dan visioelastis. Aspal berfungsi sebagai perekat yang akan melembek dan memeleh ketika dipasnaskan. Aspal tersusun dari sebagian besar bitumen yang semuanya hasil dari alam atau minyak bumi.

Aspal terdiri dari beberapa jenis tergantung dari proses pembuatannya dan jenis minyak bumi asalnya, pengelompokan Aspal dapat dilakukan tergantung dari nilai penetrasinya saat berada pada suhu 25°C atau tergantung dari nilai viskositasnya. Pada dasarnya Aspal dibedakan berdasarkan nilai penetrasinya, yaitu:

1. Aspal Pen 40/50, yaitu Aspal dengan penetrasi antara 40-50
2. Aspal Pen 60/70, yaitu Aspal dengan penetrasi antara 60-70
3. Aspal Pen 85/100, yaitu Aspal dengan penetrasi antara 85-100
4. Aspal Pen 120/150, yaitu Aspal dengan penetrasi antara 120-150
5. Aspal Pen 200/300, yaitu Aspal dengan penetrasi antara 200-300

Pada umumnya Aspal yang biasa digunakan dalam perencanaan perkerasan bandar udara menggunakan Aspal Pen 60/70 sesuai dengan syarat yang sudah ditentukan yang dapat dilihat pada **Tabel 2.11**.

**Tabel 2. 11** Persyaratan Aspal Pen 60/70

No	Jenis Pengujian	Persyaratan	Standar Pengujian
1	Penetrasi pada 25°C, 100g, 5 detik	60-70 (dmm)	ASTM D5
2	Titik lembek	Min 48 (C)	ASTM D36
3	Titik nyala (COC)	Min 232 ©	ASTM D92
4	Daktiliras pada 25 °C, 5cm/menit	Min 100 cm	ASTM D113
5	Berat jenis	1,01-1,06	ASTM D70
6	Kelarutan dalam C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub>	Min 99%	ASTM D3042
7	Kehilangan berat (TFOT)	Maks 0,2%	ASTM D1754
8	Penetrasi setelah TFOT	Min 80%	ASTM D5
9	Daktiliras setelah TFOT	Min 100 cm	ASTM D113
10	Kadar parafin	0-2%	SNI 03-3639

Sumber: Lampiran Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Udara, KP 14 Tahun 2021

### 2.7.2 Asphalt Concrete PG 76 FR

Aspal PG 76 FR merupakan Aspal modifikasi yang menggunakan bahan tambah atau sering juga disebut aditif. Tujuan utama penilaian dan pemilihan pengikat Aspal menggunakan sistem PG adalah untuk memastikan bahwa pengikat memiliki sifat yang sesuai dengan kondisi lingkungan di lapangan. Aspal ini bisa digunakan untuk lapisan permukaan landas pacu karena telah memenuhi syarat untuk digunakan sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Auliansyah, MF (2020). Bisa dilihat pada **Tabel 2.12**.

**Tabel 2. 12** Persyaratan Aspal PG 76 FR

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Unit	Limit	Value
1	Penetrasi, 25° C (0,1 mm)	ASTM D 5	0,1mm	Min	Min 40
2	Softening Point	ASTM D 36-86	°C	Min	80
3	Solubility in C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub>	ASTM D2042	%	Min	99
4	Variation on Heating point (storage stability @48hrs/163°C)	ASTM D5892	°C	Max	5
5	Loss Heating, 5hrs, 163°C (test after TFOT)	ASTM D1754	%	Max	0,6
6	Retained Penetration @25°C (test after TFOT)	ASTM D5	0,1 mm	Min	65
7	Dynamic Viscosity @135°C	ASTM D4402	Pa.s	Max	3,00
8	Dynamic Viscosity @170°C	ASTM D4402	Pa.s	Max	0,80
9	Elastic Recovery on fresh binder, 25°C, 10cm elongation	AASHTO T315	%	Min	75

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Unit	Limit	Value
10	Flash Point	ASTM D92	°C	Min	230
11	Dynamic Shear, fresh binder $G^*/\sin^{\delta}$ @10rad/sec, 76°C	AASHTO T315	kPA	Min	1,00
12	Loss of Mass	ASTM D2872	% w/w	Max	1
13	Increase of softening point	ASTM D38	°C	Max	10
14	Elastic Recovery on RTFOT, 25°C, 10cm elongation	ASTM D6084	%	Min	75
15	Dynamic Shear afret RTFOT $G^*/\sin^{\delta}$ @10rad/sec, 76°C	AASHTO T315	kPA	Min	2,2
16	Dynamic Shear after PAV $G^*/\sin^{\delta}$ @10rad/sec, 31°C	AASHTO T315	kPA	Min	5000
17	Creep stiffness, m-value;min 0,300 Test Temp at 60s, °C	ASTM D6648	Mpa	Max	300
18	Direct Tension, Failure Strain, Tese Temp.At 1-mm/min., °C	ASTM D6723	%	Min	1,00
19	Evolution of Softening Point	ASTM D36	°C	Max	5
20	Evolution of Penetration	ASTM D5	°C	Max	9
21	Marshall Block Using Original Binder, Resistance to Kerosene, Weight Loss	KIT in-house method	% w/w	Max	1

Sumber: Lampiran Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Udara, KP 14 Tahun 2021

### 2.7.3 Modulus Resilien

*Asphalt Concrete* merupakan material yang tidak bersifat elastis sempurna, maka dari itu istilah Modulus Elastis (E) kurang cocok digunakan sebagai gantinya dirubah menjadi Modulus Resilien (MR), yaitu modulus elastis berdasarkan

regangan yang mampu kembali ke bentuk semula (*Recovable strain*). Sehingga Modulus Resilien (MR) didefinisikan sebagai (Huang, 2004):

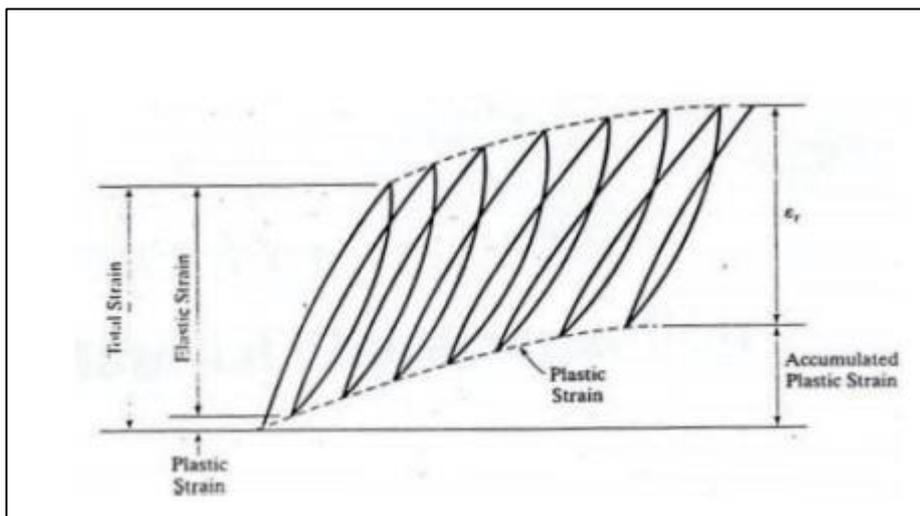
$$M_R = \frac{\sigma_d}{\epsilon_r} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

$\sigma_d$  = tegangan *deviator* (kN)

$\epsilon_r$  = deformasi yang dapat balik (*recovable strain*)

Material yang tidak kaku (lentur) adalah material yang dapat mengalami regangan bila diberi tegangan atau beban secara berkala. Seperti diketahui bahwa hampir seluruh material perkerasan tidak bersifat elastis tapi mengalami deformasi permanen setelah menerima beban yang berulang. Tetapi jika beban tersebut cukup kecil terhadap kekuatan material, dan dengan perulangan yang tinggi, maka deformasi permanen yang terjadi pada setiap pengulangan beban hampir bisa berbalik secara sempurna ke kondisi awal. Pada kondisi ini material tersebut dapat dipertimbangkan sebagai material yang elastis seperti yang digambarkan pada **Gambar 2.9**.



**Gambar 2. 9** Perilaku Regangan Saat Menerima Tegangan Berulang

Sumber: Huang. 2004.

## 2.8 Studi Terdahulu

Sebagai acuan dalam melakukan penelitian ini maka perlu ditelusuri penelitian terdahulu yang serupa dengan penelitian ini sebagai referensi. Adapun beberapa studi terdahulu yang menjadi referensi dalam penelitian ini diantaranya yaitu:

1. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Muhammad Fadli Auliansyah, Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional yang berjudul “Kajian Kinerja Modulus Resilien dan Deformasi Permanen Pada Campuran Aspal Dengan Bahan Aspal PG 76 FR”. Berdasarkan hasil dari penelitian dan pengujian yang dilakukan menggunakan pada Aspal Modifikasi PG 76 FR didapatkan hasil dari pengujian Modulus Resilien dengan menggunakan *Dynamic Testing Machine* yang mengacu pada ASTM D4123-82 / AASHTO TP31 dengan menggunakan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,7% dilakukan pada suhu 15°C dan beban yang diberikan diatur sebesar 3000 N didapatkan Nilai Modulus Resilien seperti yang terlihat pada **Tabel 2.13**.

**Tabel 2. 13** Hasil Pengujian Modulus Resilien

Kadar Aspal (%)	Modulus Resilien			Poisson Ratio		
	Mean (Mpa)	SD	CV (%)	Mean (Mpa)	SD	CV (%)
5,7	10.272	206	2,00	0,35	0	0

Sumber : Auliansyah, M.Fadli,2020

2. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rommy Diaz Feranu, Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional yang berjudul “Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Landas Pacu Bandar Udara Soekarno-Hatta Menggunakan *Software* FAARFIELD V 1.42 dan COMFAA 3.0” didapatkan hasil dari tebal perkerasan tersebut dengan menggunakan Aspal yang sudah disyaratkan di *software* FAARFIELD V 1.42 sebesar 16 cm untuk lapis permukaan, 29 cm lapis pondasi, dan 78 cm lapis

pondasi bawah, dan untuk penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengaplikasikan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Landas Pacu dengan menggunakan Aspal Modifikasi PG 76 FR pada Bandar Udara Mutiara Sis Al-Jufri Palu

3. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rizqi Aldian Purnama, Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional yang berjudul “Kinerja Campuran Aspal Dengan Menggunakan Aspal PG 76 FR Berdasarkan Gradasi Aspal *Concrete* (AC) Bandar Udara” didapatkan kesimpulan yaitu: Dilihat dari hasil pengujian karakteristik Aspal disimpulkan bahwa Aspal Modifikasi PG 76 lebih baik daripada Aspal Pen 60/70 dapat dilihat dari nilai penetrasi yang lebih rendah, nilai daktilitas dan titik lembek yang tinggi menunjukkan bahwa Aspal Modifikasi lebih elastis dan lebih tahan terhadap suhu. Nilai stabilitas terbesar pada saat KAO didapatkan pada campuran ber Aspal PG 76 FR dengan nilai sebesar 1866.232 kg hal ini menunjukkan Aspal 76 FR lebih baik dalam menahan beban tanpa mengalami deformasi permanen seperti gelombang atau alur dibandingkan dengan Aspal pen 60/70 dengan nilai sebesar 1637.243 kg. Nilai flow pada campuran ber Aspal pen 60/70 memiliki nilai sebesar 3.505 lebih tinggi dibandingkan dengan campuran beraspal PG 76 FR yang memiliki nilai 3.262, sehingga campuran beraspal PEN 60/70 memiliki nilai kelelahan yang tinggi.
4. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hary Moetrisno, Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang berjudul “Analisis Perpanjangan Landas Pacu (*Runway*) dan Komparasi Biaya Tebal Perkerasan (Studi Kasus pada Bandar Udara Abdulrachman Saleh Malang) didapatkan kesimpulan yaitu: Tebal perkerasan strukturan total *runway* yang dihasilkan dari metode CBR adalah 68 cm, metode FAA adalah 68 cm, dan metode LCN adalah 73 cm. Dimana perbedaan dari 3 metode tersebut adalah tebal perkerasan yang berbeda karena dari segi parameter yang digunakan dimana metode CBR, dan LCN hanya

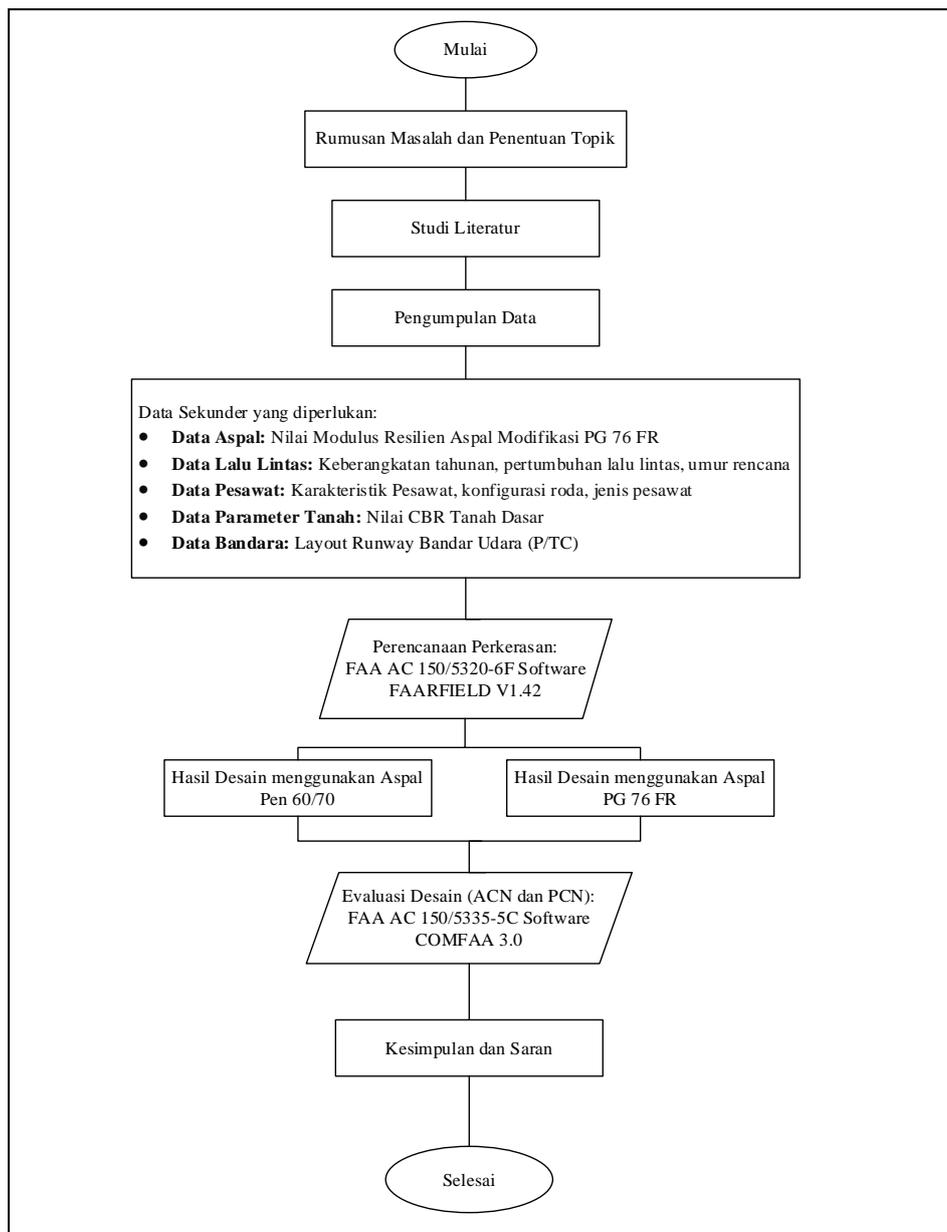
berdasarkan pesawat rencana saja sedangkan metode FAA berdasarkan lalu lintas pesawat campuran.

5. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yasruddin, Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin yang berjudul “Perencanaan Struktur Perkerasan Landas Pacu Bandar Udara Syamsudin Noor – Banjarmasin” didapatkan kesimpulan yaitu: Tebal total perkerasan lentur dengan menggunakan metode LCN didapatkan tebal sebesar 38 inch = 97 cm dimana tebal perkerasan ini lebih tebal jika dibandingkan dengan metode lainnya yaitu dengan menggunakan metode CBR dan FAA didapatkan tebal yang sama yaitu 27 inch = 69cm

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Rencana Kerja

Rencana kerja yang dilakukan dalam perencanaan perkerasan lentur landas pacu Bandara Mutiara Sis Al-Jufri Palu bisa dilihat pada **Gambar 3.1**.



**Gambar 3. 1** Bagan Alir Rencana Kerja Perencanaan Perkerasan Landas Pacu