

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Bandar Udara

##### 2.1.1 Pengertian Bandar Udara

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 tahun 2009 tentang Penerbangan, Bandar Udara adalah area di daratan atau perairan dengan batas-batas tertentu yang berfungsi sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, serta tempat naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan perpindahan antarmoda transportasi. Kawasan ini dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan penunjang lainnya.

Bandar udara terdiri atas bandar udara umum dan bandar udara khusus. Bandar udara umum adalah bandar udara yang digunakan untuk melayani kepentingan umum. Sedangkan bandar udara khusus adalah bandar udara yang hanya digunakan untuk melayani kepentingan sendiri untuk menunjang kegiatan usaha pokoknya.

Menurut ICAO (*International Civil Aviation Organization*) dalam Annex 14, 2004, bandar udara adalah area tertentu di daratan atau perairan (termasuk bangunan, instalasi dan peralatan pengoperasian bandar udara) yang diperuntukkan baik secara keseluruhan atau sebagian untuk kedatangan, keberangkatan, dan pergerakan pesawat.

Di *area aerodrome*, terhadap berbagai aspek pergerakan pesawat dan kendaraan pendukung di dalam kawasan *aerodrome* dibagi menjadi:

1. Landasan pacu (*Runway*) adalah wilayah yang memiliki fungsi untuk lepas landas (*take-off*) dan mendarat (*landing*) pesawat terbang yang sedang beroperasi.
2. Landasan hubung (*Taxiway*) adalah jalur yang menghubungkan *apron* dan *runway*. Jalur ini juga memiliki fungsi penting sebagai jalan untuk pesawat masuk dan keluar dari *runway* ke terminal dan sebaliknya.
3. Landasan parkir (*Apron*) adalah fasilitas parkir yang terletak di antara gedung terminal dan *taxiway*, berfungsi untuk parkir suatu pesawat udara agar dapat dengan cepat memuat dan menurunkan penumpang. Luas *apron* dipengaruhi

oleh beberapa faktor, termasuk karakteristik manuver pesawat, volume lalu lintas apron, dan kebutuhan ruang kosong.

### 2.1.2 Klasifikasi Bandar Udara

Adapun klasifikasi bandar udara menurut pelayanannya sesuai dengan rute penerbangan yang tercantum dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 tahun 2009 yaitu sebagai berikut.

#### 1. Bandar Udara Domestik

Bandar udara domestik adalah bandar udara yang digunakan untuk melayani kepentingan umum (Pasal 1 angka 36). Bandar udara domestik tidak memiliki fasilitas bea cukai dan imigrasi, serta tidak dapat melayani penerbangan menuju atau dari bandara luar negeri sehingga lalu lintasnya hanya dalam lingkup regional.

#### 2. Bandar Udara Internasional

Bandar udara internasional adalah bandar udara yang ditetapkan sebagai bandar udara yang melayani rute penerbangan dalam negeri dan rute penerbangan dari dan ke luar negeri (Pasal 1 angka 37). Bandara jenis ini dilengkapi dengan fasilitas bea cukai dan imigrasi, serta memiliki landasan yang lebih panjang.

(Menurut Horonjeff, 2010: 175) Untuk menetapkan standar desain geometris dari berbagai jenis bandara dan fungsi yang mereka layani, surat dan kode numerik serta deskriptor lainnya telah diadopsi untuk mengklasifikasikan bandara. Kode referensi bandara adalah sistem pengkodean yang digunakan untuk menghubungkan kriteria desain bandara dengan operasional dan fisik, serta karakteristik pesawat yang dimaksudkan untuk beroperasi di bandar udara. Pengelompokan *Airplane Design Group* (ADG) didasarkan pada pesawat terbang dengan lebar sayap atau tinggi ekor.

**Tabel 2.1** *Aircraft Approach Categories*

Kategori	Approach Speed, kn
A	<91
B	91-120
C	121-140
D	141-166
E	>166

(Sumber: Horonjeff et al., 2010: 175)

**Tabel 2.2 Aircraft Design Groups**

Group Number	Tail Height, ft	Wingspan, ft
I	< 20	< 49
II	20 ≤ 30	49 ≤ 79
III	30 ≤ 45	79 ≤ 118
IV	45 ≤ 60	118 ≤ 171
V	60 ≤ 66	171 ≤ 214
VI	66 ≤ 80	214 ≤ 262

(Sumber: Horonjeff et al., 2010: 175)

**Tabel 2.3 ICAO Aerodrome Reference Code**

Code Number	Reference Field Length, m	Code Letter	Wingspan, m	Distance Between Outside Edges Of Main Wheel Gear, m
1	< 800	A	< 15	< 4.5
2	800 ≤ 1200	B	15 ≤ 24	4.5 ≤ 6
3	1200 ≤ 1800	C	24 ≤ 36	6 ≤ 9
4	≥ 1800	D	36 ≤ 52	9 ≤ 14
		E	52 ≤ 65	9 ≤ 14
		F	65 ≤ 80	14 ≤ 16

(Sumber: Horonjeff et al., 2010: 175)

## 2.2 Karakteristik Pesawat

Sebelum merencanakan sisi udara, sebaiknya kita memahami karakteristik pesawat rencana terlebih dahulu. Karakteristik pesawat rencana ini dibagi menjadi beberapa aspek, sebagai berikut :

### a. *Weight*

Berat pesawat menjadi faktor krusial dalam menentukan batas beban yang mampu ditopang oleh permukaan perkerasan. Bobot pesawat sangat memengaruhi perhitungan ketebalan perkerasan pada berbagai fasilitas bandara, seperti landasan pacu, taxiway, dan apron parkir pesawat. Oleh karena itu, dalam perencanaan infrastruktur bandara, faktor ini harus diperhitungkan untuk menjamin keamanan dan kelancaran operasional penerbangan.

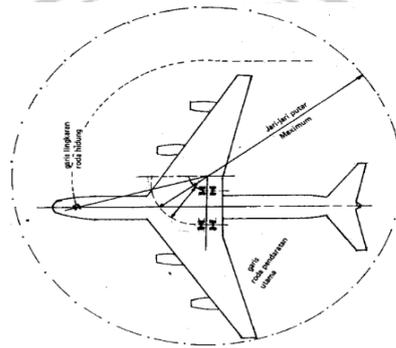
### b. Dimensi pesawat

Karakteristik dimensi pesawat terbang mencakup panjang sayap, panjang fuselage, ketinggian pesawat, serta jarak antara roda depan dan roda utama.

Selain itu, kemampuan manuver pesawat di permukaan bandara juga menjadi pertimbangan penting, yang direpresentasikan oleh radius putar minimum yang dapat dilakukan di atas perkerasan landasan di bandar udara

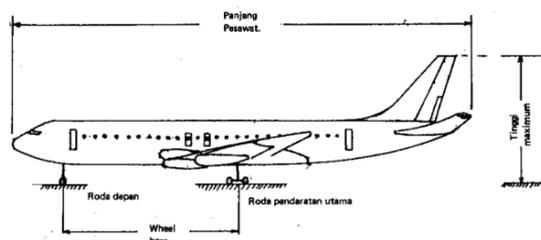
c. Panjang *runway*

Panjang landasan pacu berperan penting dalam menentukan luas lahan yang dibutuhkan untuk pengembangan bandara. Karena setiap jenis pesawat memiliki kebutuhan panjang landasan pacu minimum yang berbeda, penyesuaian panjang *runway* harus mempertimbangkan karakteristik pesawat yang akan digunakan.



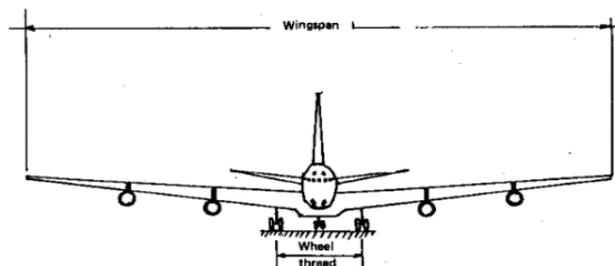
**Gambar 2.1** Tampak Atas Pesawat

(Sumber: Mahyuddin et al., 2021: 23)



**Gambar 2.2** Tampak Samping Pesawat Terbang

(Sumber: Mahyuddin et al., 2021: 23)



**Gambar 2.3** Tampak Depan Pesawat Terbang

(Sumber: Mahyuddin et al., 2021: 23)

### 2.2.1 Konfigurasi Roda Pendaratan Pada Pesawat

Menurut (Horonjeff et al., 2010: 59) pesawat yang beroperasi di bandara sipil di seluruh dunia saat ini memiliki desain dengan berbagai konfigurasi roda pendaratan. Terdapat tiga pengaturan dasar roda pendaratan yang digunakan dalam desain baling-baling pesawat.

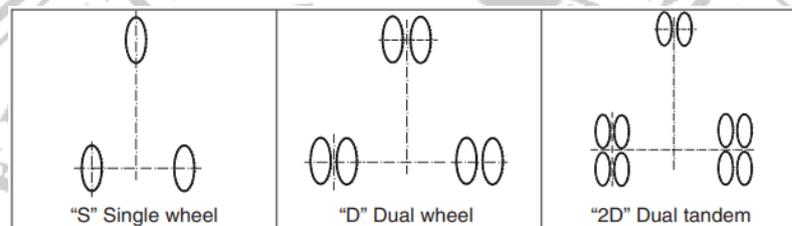
Dalam sistem konfigurasi roda, terdapat beberapa jenis yang umum digunakan. Pertama, konfigurasi roda tunggal (*single wheel*) adalah sistem di mana roda utama terdiri dari dua roda, dengan satu roda pada setiap penyangga. Selanjutnya, konfigurasi dua roda (*dual wheel*) memiliki total empat roda, dengan masing-masing penyangga mendukung dua roda. Terakhir, konfigurasi dual-tandem (*dual wheel tandem*) adalah sistem di mana dua roda terpasang pada setiap penyangga, memungkinkan distribusi beban yang lebih merata.

**Tabel 2.4** Radius Putar Minimum Untuk Pesawat Penumpang

Aircraft	Max. Steering Angle, deg	Radius,ft		
		Wingtips	Nose	Tail
MD-81/83/88	82	65.9	80.7	74.3
MD-90	82	66.5	85.5	74.6
B-737-800	78	69.4	65.4	73.6
B-727-200	78	71	79.5	80
A-320	78	71	79.5	80
B-757-200	70	72.2	60	71.9
A-310	65	92	84	91
A-300-600	65	98	75.6	94.9
B-767-200	65	112	85	98
B-747-200	70	113	110	125
B-747-SP	70	113	93	97
B-767-300	70	116.4	96.1	108.4
DC-10-30	68	118.1	105	100.8
MD-11	70	121.5	113.8	102
B-767-400	65	129.5	108.2	119.6
A340	78	130.6	109.9	120.4
B-777-300	70	132	125	142
B-787-8	70	132	96.4	111
B-747-400	70	157	117	96

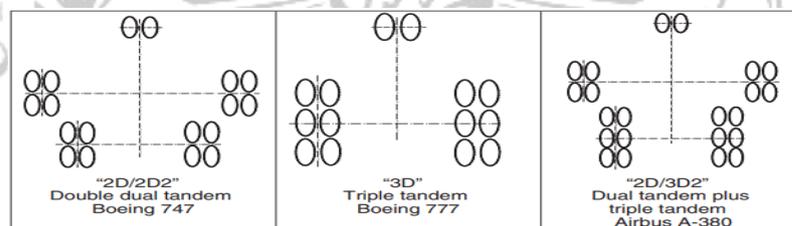
(Sumber: Horonjeff et al., 2010: 60)

Konfigurasi pendaratan untuk pesawat komersial besar kini menjadi lebih kompleks dibandingkan dengan konfigurasi sederhana sebelumnya. Sebagai contoh, Boeing 747 dan Boeing 777, memiliki konfigurasi pendaratan yang lebih kompleks, yang mendorong FAA untuk menerapkan konvensi penamaan standar untuk konfigurasi roda pendaratan pesawat. Konfigurasi roda pendaratan memiliki peran penting dalam mendistribusikan berat pesawat ke permukaan tanah yang menopangnya, yang pada akhirnya memberikan dampak signifikan pada desain perkerasan lapangan terbang. Secara khusus, peningkatan jumlah roda yang dipasang mengakibatkan bertambahnya berat pesawat, sementara pesawat tersebut tetap menerima gaya dari permukaan jalan raya, *taxiway*, atau *runway* yang diberikan.



**Gambar 2.4** Konfigurasi Dasar Roda Pesawat

(Sumber: Horonjeff et al., 2010: 61)



**Gambar 2.5** Konfigurasi Kompleks Roda Pesawat

(Sumber: Horonjeff et al., 2010: 61)

### 2.2.2 Bobot Pesawat Terbang

#### a. *Operating Weight Empty (OWE)*

Bobot pesawat terbang kosong termasuk air crew, dan juga peralatan pesawat tetapi tidak termasuk bahan bakar dan penumpang/barang. Setiap pesawat memiliki ukuran yang bervariasi, bergantung pada konfigurasi tempat duduk yang diterapkan pada masing-masing pesawat.

#### b. *Maximum Landing weight (MTOW)*

Berat Maksimum Saat Mendarat (MTOW) merupakan berat maksimum yang diizinkan untuk pesawat saat melakukan lepas landas atau dalam kondisi lepas

landas, dihitung sebagai selisih antara Berat Kosong Operasional (OWE), bahan bakar, cadangan bahan bakar, dan muatan. Merancang pesawat hanya untuk menahan berat struktural maksimum saat lepas landas tidaklah ekonomis. Sangat jarang terjadi sebuah pesawat mendarat dengan beban struktural maksimum yang perlu ditopang.

c. *Maximum Landing Weight (MLW)*

Berat maksimum pesawat yang terjadi saat mencapai Berat Mendarat Maksimum (MLW) dihitung sebagai selisih antara Berat Kosong Operasional (OWE), Cadangan Bahan Bakar, dan Muatan. Struktur roda gigi utama yang dirancang untuk menanggung gaya yang lebih besar harus dilengkapi dengan roda gigi yang lebih kokoh.

d. *Maximum Ramp Weight*

Beban pesawat ketika melakukan start up (menyalakan mesin di apron sebelum lepas landas) dihitung dengan mengurangi Material untuk meluncur ke ujung landasan dari Berat Maksimum Saat Lepas Landas (MTOW). Perbedaan dan variasi berat tertinggi di atas landasan sangat kecil, hanya berkisar beberapa ratus kilogram.

e. *Payload*

Barang maupun penumpang yang diangkut oleh pesawat merupakan sumber pendapatan bagi perusahaan. Maksimum payload merujuk pada batas maksimum muatan yang diizinkan untuk setiap jenis pesawat oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara.

### 2.2.3 Pengaruh Kemampuan Pesawat Pada Landasan Pacu (*Runway*) Dalam Perencanaan Geometrik

a. Kecepatan awal dalam proses pendakian (*Initial Climb Out Speed*)

Untuk melakukan manuver pemanjangan saat mendaki adalah kecepatan minimum di mana pilot diizinkan memulai pemanjangan setelah pesawat mencapai ketinggian 10,4 meter di atas permukaan landasan pacu.

b. Kecepatan putusan (*Decision Speed*)

Jika terjadi kegagalan mesin sebelum pesawat mencapai kecepatan  $V_1$ . Apabila kegagalan mesin terjadi setelah melewati kecepatan  $V_1$ , pilot harus melanjutkan penerbangan tanpa berhenti atau menurunkan kecepatan.

c. Kecepatan Rotasi

Kecepatan saat pilot mulai mengangkat bagian depan pesawat untuk lepas landas dengan menarik handle ke belakang.

d. Kecepatan Angkat

Kecepatan pesawat mulai lepas landas dari landasan dipengaruhi oleh kapabilitas pesawat tersebut.

e. Jarak Lepas Landas

Jarak horizontal yang ditempuh oleh pesawat saat lepas landas dengan mesin tidak aktif, namun pesawat sudah berada pada ketinggian 10,5 meter di atas permukaan landasan pacu.

f. *Clearway*

Area di luar ujung landasan pacu memiliki lebar minimal 500 kaki. Fungsi ini bertindak sebagai perpanjangan landasan yang masih berada di bawah pengawasan pengelola bandara, dengan batas maksimal setengah dari panjang jalur lepas landas

g. *Stop way*

Perpanjangan landasan, dimanfaatkan untuk menahan pesawat saat gagal lepas landas

h. *Accelerate Stop Distance*

Jarak yang diperlukan untuk mencapai pada kecepatan V1 ditambah jarak yang diperlukan untuk berhenti di titik V1

**Tabel 2.5** Karakteristik Pesawat Udara

Jenis Pesawat	Ref Code	Karakteristik pesawat					
		ARFL	Lebar Saya p	OMGS	Panjang	MTO	TP
		(m)	(m)	(m)	(m)	(kg)	(Kpa)
Airbus A320	3C	2090	34.1		37.6	73500	1140
Airbus A319	3C	1520	34.1		33.8	64000	1070
CESSNA CAR-206	1A	274	10.9	2.6	8.6	1639	
DASH 6	1B	695	19.8	4.1	15.8	5670	220
CN-235-300	1C	1200	25.81	7.0	21.4	16500	
DASH 7	1C	910	28.3	7.8	24.6	19505	626

C 208	1A	274	10.9	2.6	8.6	1639	
CASSA 212-300	2B	866	20.3	3.6	16.1	8100	
Dornier 328-100	2B	1090	20.1		21.3	13988	
Dornier- 328-300	2B	1088	21		21.3	13988	
ATR 42- 500	2C	1160	24.6	4.1	22.7	18600	790
DASH 8 (300)	2C	1100	27.4	8.5	25.7	18642	805
MA 60	2C	1100	29.2		24.71	21800	
Challenger 605	3B	1780	19.61		20.85	21900	
Snort 330- 200	3B	1310	22.76		17.69	10387	
ATR 72- 500	3C	1220	27.0	4.10	27.2	22500	
ATR 72- 600	3C	1290	27.05	4.10	27.16	22800	
Bombardie r Global Express	3C	1774	28.7	4.9	30.3	42410	1150
Embraer EMB 120	3C	1560	19.78	7.3	20	11500	828
Fokker F100	3C	1820	28.1	5.0	35.5	44450	920
Foker F27- 500	3C	1670	29.0	7.9	25.1	20412	540
Fokker F28-4000	3C	1680	25.1	5.8	29.6	32205	779
Fokker F50	3C	1760	29	8.0	25.2	20820	552
McDonnell Douglas DC-3	3C	1204	28.8	5.8	19.6	14100	358
McDonnell Douglas DC9-20	3C	1551	28.5	6.0	31.8	45360	972
RJ-200	3C	1600	26.34	4.72	30.99	44226	
SAAB SF- 340	3C	1300	21.4	7.5	19.7	12371	655
Airbus A300 B2	3D	1676	44.8	10.9	53.6	142000	1241
ATP	3D	1350	30.6	9.3	26	22930	720

C 130 H (Hercules)	3D	1783	39.7	4.3	29.3	70300	95
EMB 145 LR	4B	2269	20	4.1	29.87	22000	999.74
Airbus A320-200	4C	2090	34.1	8.7	37.6	72000	1360
Boeing B717-200	4C	1680	28.5	6.0	37.8	51710	1048
Boeing B737-200	4C	1990	28.4	6.4	30.53	52400	1145
Boeing B737-300	4C	1940	28,9	6,4	33,4	61230	1334
Boeing B737-400	4C	2540	28,9	6,4	36.5	63083	1400
Boeing B737-500	4C	1830	28,9	5,2	31	60560	
Boeing B737-600	4C	1750	34,3	5,72	31,2	65090	
Boeing B737-700	4C	1600	34,3	5,72	33,6	70143	
Boeing B737-800	4C	2256	34,3	6,4	39,5	70535	1470
Boeing B737-900	4C	2240	34,3	7	42,1	66000	1470
Bombardie r CRJ 1000	4C	1996	26,2		39,1	40824	1060
Nextgen Bombardie r CRJ 1000	4C	1882	26,2		39,1	38995	1060
Nextgen EL Bombardie r CRJ 1000	4C	2079	26,2		39,1	42640	1060
Nextgen ER McDonnell Douglas DC9-30	4C	1800	32,9	6,0	36,4	48988	1050
McDonnell Douglas DC9-80	4C	2553	32,8	6,2	45,1	72575	1390
McDonnell Douglas MD82	4C	2270	32,8	6,2	45,1	67812	1268,6
McDonnell Douglas MD83	4C	2550	32,8	6,2	45,1	72574	1268,6

McDonnell Douglas MD87	4C	1860	32.8	6.2	39.7	63503	1268.6 4
McDonnell Douglas MD88	4C	2550	32.8	6.2	45.1	67812	1268.6 4
Sukhoi SJ-100-95LR	4C	1800	27.80		29.8	492150	
Airbus A300-600	4D	2332	44.8	10.9	54.1	165000	1260
Airbus A310-200	4D	1860	43.9	10.9	46.7	132000	1080
Boeing B707-300	4D	3088	44.4	7.9	46.6	151315	1240
Boeing B757-200	4D	2350	38.0	8.7	47.3	108860	1172
Boeing B767-200ER	4D	2600	47.6	10.8	48.5	156500	1310
Boeing B767-300ER	4D	2400	47.6	10.8	54.9	172365	1310

(Sumber: KP 39 Tahun 2015)

### 2.3 Perencanaan Sisi Udara (*Airside*)

#### 2.3.1 Konfigurasi Landasan Pacu (*Runway*)

Menurut (Horonjeff et al., 2010: 178), konfigurasi landasan pacu mengacu pada jumlah dan relatif orientasi satu atau lebih landasan pacu di sebuah bandar udara, terdapat macam-macam konfigurasi pada landasan pacu sebagai berikut.

##### a. *Single Runway*

Landasan tunggal adalah konfigurasi landasan pacu yang paling dasar. Dapat diperkirakan bahwa kapasitas per jam dari sebuah landasan pacu dalam kondisi *Visual Flight Rules* (VFR) berada pada kisaran 50 hingga 100 operasi per jam, sementara dalam keadaan *Instrument Flight Rules* (IFR) kapasitas tersebut menurun menjadi 50 hingga 70 operasi per jam, tergantung pada variasi pesawat dan ketersediaan perangkat navigasi.

##### b. *Parallel Runways*

Kapasitas sistem landasan pacu paralel dipengaruhi oleh jumlah landasan pacu dan jarak antar landasan tersebut. Biasanya, terdapat dua hingga empat landasan pacu yang disusun secara sejajar. Spasi antara landasan pacu tersebut

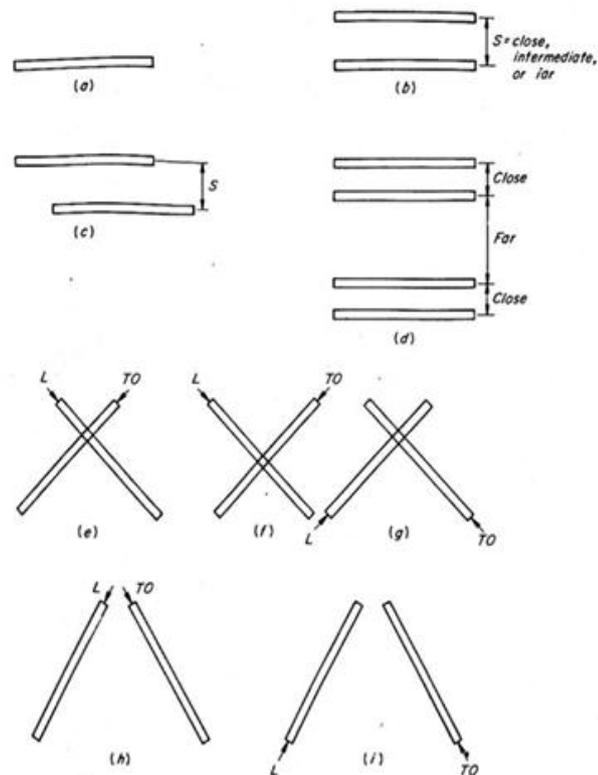
dapat dikategorikan sebagai dekat, menengah, atau jauh, tergantung pada seberapa jauh garis tengah antara dua landasan pacu paralel.

**c. *Intersecting Runways***

Landasan pacu berpotongan adalah ketika dua atau lebih landasan pacu di bandara saling bersilangan dengan arah yang berbeda. Persimpangan landasan pacu diperlukan ketika angin bertiup dari lebih dari satu arah, sehingga hanya satu landasan pacu yang dapat menangani angin silang yang signifikan. Saat terjadi angin kencang, hanya satu landasan pacu yang bersilangan yang dapat digunakan, yang secara substansial mengurangi kapasitas lapangan terbang. Namun, jika angin relatif ringan, kedua jalur lari dapat digunakan secara bersamaan. Kapasitas dua landasan pacu yang saling bersilangan ditentukan oleh letak persimpangan (baik di tengah atau di dekat ujung), strategi pengoperasian landasan pacu untuk lepas landas dan pendaratan, serta jenis pesawat yang digunakan. Semakin jauh persimpangan dari ujung landasan pacu dan ambang pendaratan, semakin rendah kapasitasnya. Kapasitas tertinggi dicapai ketika persimpangan berada dekat dengan lepas landas

**d. *Open-V Runways***

Landasan pacu yang berbeda arah dan tidak berpotongan disebut sebagai landasan pacu V terbuka. Saat angin kencang bertiup dari satu arah, landasan pacu V terbuka akan kembali menjadi landasan pacu tunggal. Ketika angin relatif ringan, kedua landasan pacu dapat digunakan secara bersamaan. Strategi yang menghasilkan kapasitas tertinggi adalah ketika operasi berada jauh dari persimpangan V, yang disebut sebagai pola divergen. Pada kondisi VFR (*Visual Flight Rules*), kapasitas per jam untuk strategi ini berkisar antara 60 hingga 180 operasi per jam, sedangkan pada kondisi IFR (*Instrument Flight Rules*), kapasitas yang sesuai adalah antara 50 hingga 80 operasi per jam. Ketika operasi menuju persimpangan V, hal ini disebut sebagai pola konvergen, dan kapasitasnya dikurangi menjadi 50 hingga 100 operasi per jam pada VFR, serta antara 50 dan 60 operasi per jam pada IFR



**Gambar 2.6** Konfigurasi Landasan Pacu

(Sumber: Basuki, 1986: 149)

Keterangan:

L = *Landing* = Mendarat  
 TO = *Take Off* = Lepas Landas

- a. Landasan tunggal
- b. Landasan paralel threshold segaris
- c. Landasan paralel threshold digeser
- d. Landasan empat sejajar
- e. Landasan bersilangan
- f. Landasan bersilangan
- g. Landasan bersilangan
- h. Landasan V terbuka

### 2.3.2 Karakteristik Landasan Pacu (*Runway*)

Adapun karakteristik landasan pacu dapat dilihat sebagai berikut :

1. Lebar Perkerasan Struktural Landasan

**Tabel 2.6** Lebar Perkerasan *Runway*

Nomor	A	B	C	D	E
-------	---	---	---	---	---

1	18 m	18 m	23 m	-	-
2	23 m	23 m	30 m	-	-
3	30 m	30 m	30 m	45 m	-
4	-	-	45 m	45m	45 m

(Sumber: Basuki, 1986: 182)

## 2. Kemiringan Memanjang *Runway*

**Tabel 2.7** Kemiringan Memanjang *Runway*

Kriteria	1	2	3	4
Max.effective slope	1.0	1.0	1.0	1.0
Max longitudinal slope	1.25	1.5	2.0	2.0
Max longitudinal slope change	1.5	1.5	2.0	2.0
Slope change per 30 m	0.1	0.2	0.4	0.4

(Sumber: Basuki, 1986: 182)

## 3. Kemiringan Melintang *Runway*

**Tabel 2.8** Kemiringan Melintang *Runway*

Nomor Kode	Kemiringan melintang
A	2%
B	2%
C	1.5%
D	1.5%
E	1.5%

(Sumber: Basuki, 1986: 182)

### 2.3.3 Struktur Perkerasan Landasan Pacu (*Runway*)

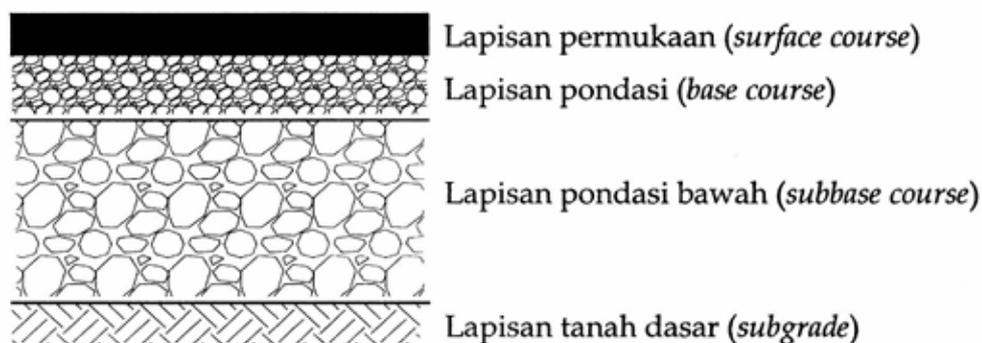
(Menurut Basuki, 1986: 269), perkerasan memiliki fungsi utama sebagai penopang rata-rata bagi pesawat dan menyediakan permukaan rata yang memungkinkan jalur yang seimbang bagi pesawat. Dari sudut pandang fungsional, perkerasan sangat penting untuk memastikan bahwa setiap lapisan, dari atas ke bawah, memiliki kekerasan dan ketebalan yang cukup untuk mencegah "Distress" atau kerusakan akibat ketidakmampuan menahan beban. Struktur perkerasan lentur (*flexible*) terdiri dari beberapa lapisan, yaitu lapisan permukaan (*surface course*), lapisan dasar (*base course*), dan lapisan bawah dasar (*sub base course*) yang ditempatkan di atas tanah asli yang telah dipadatkan atau disebut sebagai subgrade. Sistem ini menggunakan aspal pada lapisan permukaan di atas *base course*, dan jika diperlukan, *sub base course* tergantung pada kondisi tanah dasar.

Seluruh struktur perkerasan lentur pada akhirnya didukung oleh tanah dasar. Lapisan permukaan berfungsi mencegah air meresap ke lapisan dasar, memberikan

permukaan yang halus tanpa partikel lepas, menahan tegangan geser akibat beban pesawat, serta menyediakan tekstur anti-selip berkualitas tanpa menyebabkan keausan ban yang berlebihan. Selain itu, jalur juga harus tahan terhadap tumpahan bahan bakar dan pelarut lainnya di area yang memerlukan perawatan.

Lapisan permukaan merupakan elemen struktural utama perkerasan, yang bertugas mendistribusikan beban roda ke *sub base* dan tanah dasar. Desainnya harus mencegah kegagalan tanah dasar, menahan tegangan pada *base course*, menahan tekanan vertikal yang menyebabkan deformasi, serta mengatasi perubahan volume akibat fluktuasi kelembaban. *Base course*, seperti lapisan permukaan, harus mampu menahan beban dan mengalirkan tekanan ke lapisan bawahnya. *Base course* terbuat dari material alami seperti sirtu yang dipadatkan setelah diambil dari tempat asalnya (*quarry*).

Lapisan *sub base*, jika diperlukan, berfungsi serupa dengan *base course*, namun karena letaknya lebih jauh dari sumber tekanan beban, intensitas tegangan yang dialaminya lebih rendah. *Sub base* umumnya diperlukan jika perkerasan lentur didukung oleh tanah dengan nilai CBR kurang dari 20%. Ada berbagai jenis *sub base* yang tersedia untuk perkerasan *flexible*.



**Gambar 2.7** Struktur Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

(Sumber: Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP/003/I/2005)

#### 2.4 Metode Perencanaan Perkerasan Lapangan Terbang

Menurut (Horonjeff et al., 2010: 273), sebelum tahun 2008, metode yang digunakan secara standar oleh FAA untuk desain perkerasan lentur adalah metode CBR. Metode ini didasarkan pada grafik perkiraan yang mempertimbangkan nilai CBR dari tanah dasar, serta jumlah dan berat kotor tahunan yang setara dari pesawat desain. FAA menyediakan bagan yang berbeda untuk konfigurasi roda pendaratan berbagai jenis pesawat umum, termasuk pesawat dengan berat kotor maksimum

lebih dari 300.000 lb, serta pesawat tertentu lainnya. Sementara itu, menurut (Basuki, 1986: 271), dalam perencanaan perkerasan lapangan terbang, terdapat beberapa pendekatan yang meskipun tidak diakui sebagai standar oleh lembaga penerbangan internasional seperti ICAO, tetap digunakan. Beberapa metode tersebut antara lain:

#### **2.4.1 Metode *Federal Aviation Administration* (FAA)**

Menurut (Basuki, 1986: 288) Secara prinsip, analisis statistik membandingkan kondisi lokal dari tanah, sistem drainase, dan metode pembebanan untuk perilaku beban. FAA telah mengklasifikasikan tanah menjadi 13 bagian sebagai dasar analisis tersebut. Klasifikasi ini di rujuk dari buku *Airport Paving* FAA-AC 150/5320-6B

- **Klas E1**

Tanah dengan gradasi baik, kasar, dan butirannya tetap stabil. Biasanya terdiri dari pasir dengan gradasi baik dan kerikil tanpa butiran halus.

- **Klas E2**

Jenis tanah yang mirip dengan E1, namun kandungan pasirnya relatif lebih sedikit dan mengandung lebih banyak lumpur atau tanah liat.

- **Klas E3 dan E4**

Keduanya terdiri dari tanah berbutir halus dan tanah berpasir, namun gradasinya lebih buruk dibandingkan dengan E1 dan E2.

- **Klas E5**

Tanah dengan gradasi jelek, memiliki kandungan lumpur dan tanah liat campuran antara 35% hingga 45%.

- **Klas E6**

Terdiri dari lumpur yang berpasir. Jenis tanah ini stabil dalam kondisi kering, tetapi stabilitasnya hilang saat basah.

- **Klas E7**

Tanah yang terdiri dari tanah liat berlumpur, pasir berlempung, dan lumpur berlempung. Karakteristiknya berkisar dari kaku hingga lunak dalam kondisi kering, tetapi menjadi plastis saat basah.

- **Klas E8**

Hampir sama dengan E7, namun liquid limitnya lebih tinggi, menghasilkan derajat pemampatan yang lebih besar.

- **Klas E9**

Terdiri dari campuran tanah liat dengan lumpur, menghasilkan kondisi yang sangat elastis dan sulit untuk didapatkan.

- **Klas E10**

Tanah berlumpur dan tanah liat yang membentuk gumpalan keras saat kering, tetapi menjadi plastis saat basah.

- **Klas E11**

Hampir sama dengan E10, namun memiliki liquid limit yang lebih tinggi.

- **Klas E12**

Tanah dengan *Liquid Limit* di atas 80. Bisa terbentuk dari tanah liat dengan plastisitas yang tinggi, namun sangat tidak stabil karena kelembabannya yang berlebihan.

- **Klas E13**

Jenis tanah ini meliputi semua jenis tanah rawa organik, yang sangat lemah dan lembab di tempat aslinya.

**Tabel 2.9** Hubungan CBR dan Klasifikasi *Subgrade* Menurut FAA

Klasifikasi	CBR
Fa	20 (atau lebih)
F1	16-20
F2	13-16
F3	11-13
F4	9-11
F5	8-9
F6	7-8
F7	6-7
F8	5-6
F9	4-5
F10	3-4

(Sumber: Basuki, 1986: 293)

Kemudian menentukan pesawat rencana yang bebannya mempunyai hasil ketebalan perkerasan paling besar, disitulah kemudian dikonversikan menjadi pesawat rencana beserta *equivalent annual departures* dari pesawat itu lalu

memprediksi jumlah penerbangan tahunan dan juga konfigurasi roda pendaratan, dengan menggunakan rumus:

$$W1 = \text{MTOW Pesawat Rencana} \times 95\% \times \frac{1}{\text{jumlah roda pesawat utama}} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$W2 = \text{MTOW Pesawat Operasi} \times 95\% \times \frac{1}{\text{jumlah roda pesawat utama}} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$R2 = \text{keberangkatan tahunan} \times \text{faktor pengali keberangkatan tahunan} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$R1 = 10^{\text{Log}R2} \left(\frac{W2}{W1}\right)^{0.5} \dots\dots\dots(2.4)$$

Ket:

R1 = *Equivalent annual departures* pesawat rencana

R2 = *Annual departures* pesawat, dalam roda pendaratan pesawat rencana

W1 = Bobot roda dari pesawat rencana

W2 = Bobot roda dari pesawat operasi

Pesawat yang memiliki dimensi badan yang luas, dengan perkiraan berat sekitar 300.000 lbs dan dilengkapi dengan roda pendaratan dual tandem, memerlukan konversi khusus untuk perhitungan *equivalent annual departures*. Selain itu, karena roda pendaratan pesawat memiliki jenis yang beragam, perlu dilakukan konversi khusus sebelum perhitungan dapat dilakukan.

**Tabel 2.10** Konversi Roda Pendaratan

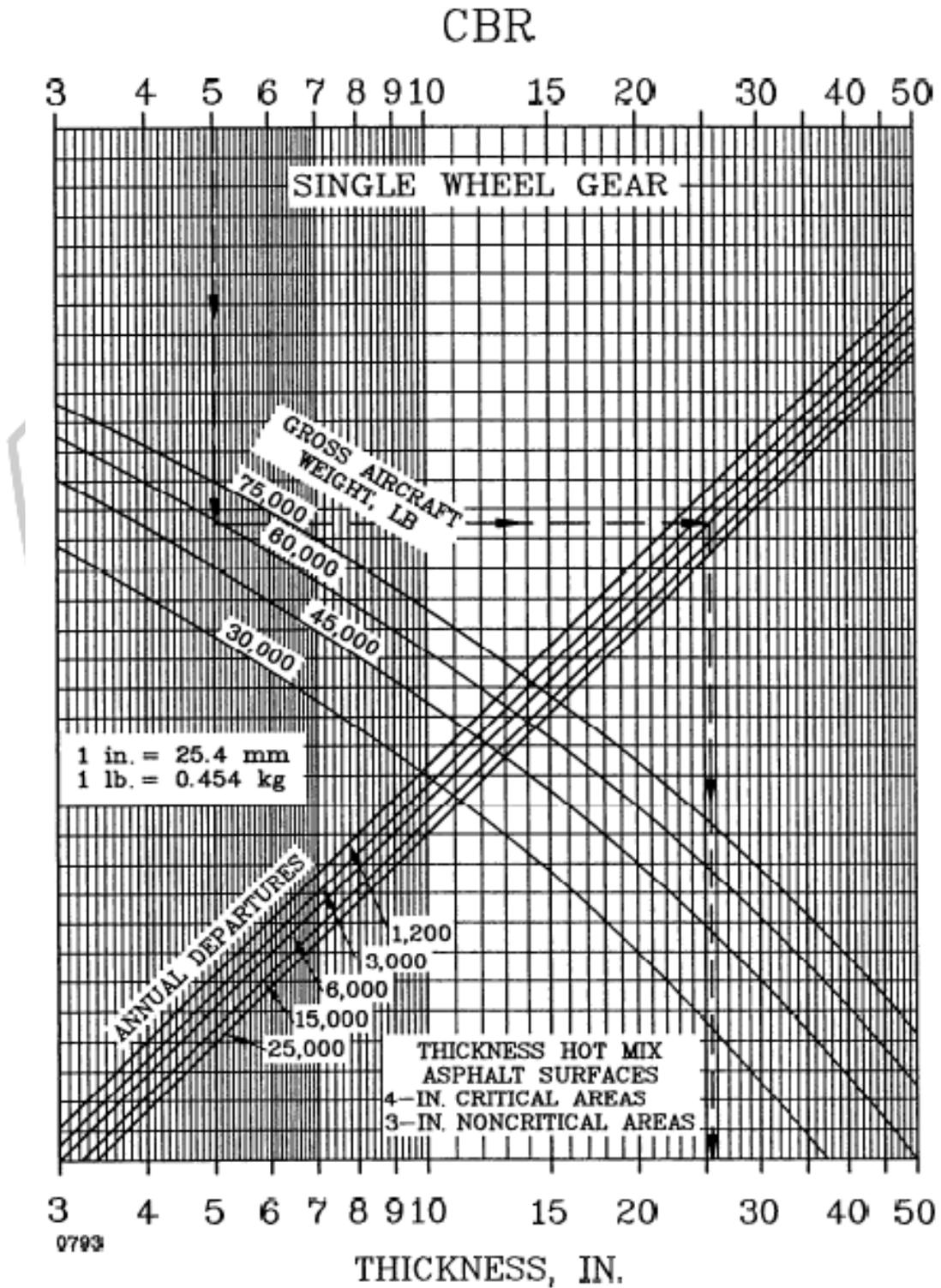
Konversi dari	ke	Faktor pengali
<i>Single wheel</i>	<i>Dual wheel</i>	0.8
<i>Single wheel</i>	<i>Dual tandem</i>	0.5
<i>Dual wheel</i>	<i>Dual tandem</i>	0.6
<i>Double dual tandem</i>	<i>Dual tandem</i>	1.00
<i>Dual tandem</i>	<i>Single wheel</i>	2.00
<i>Dual tandem</i>	<i>Dual wheel</i>	1.70
<i>Dual Wheel</i>	<i>Single wheel</i>	1.30
<i>Double Dual Tandem</i>	<i>Dual wheel</i>	1.70

(Sumber: Basuki, 1986: 295)

#### 2.4.1.1 Grafik FAA Untuk Perencanaan Perkerasan Lentur

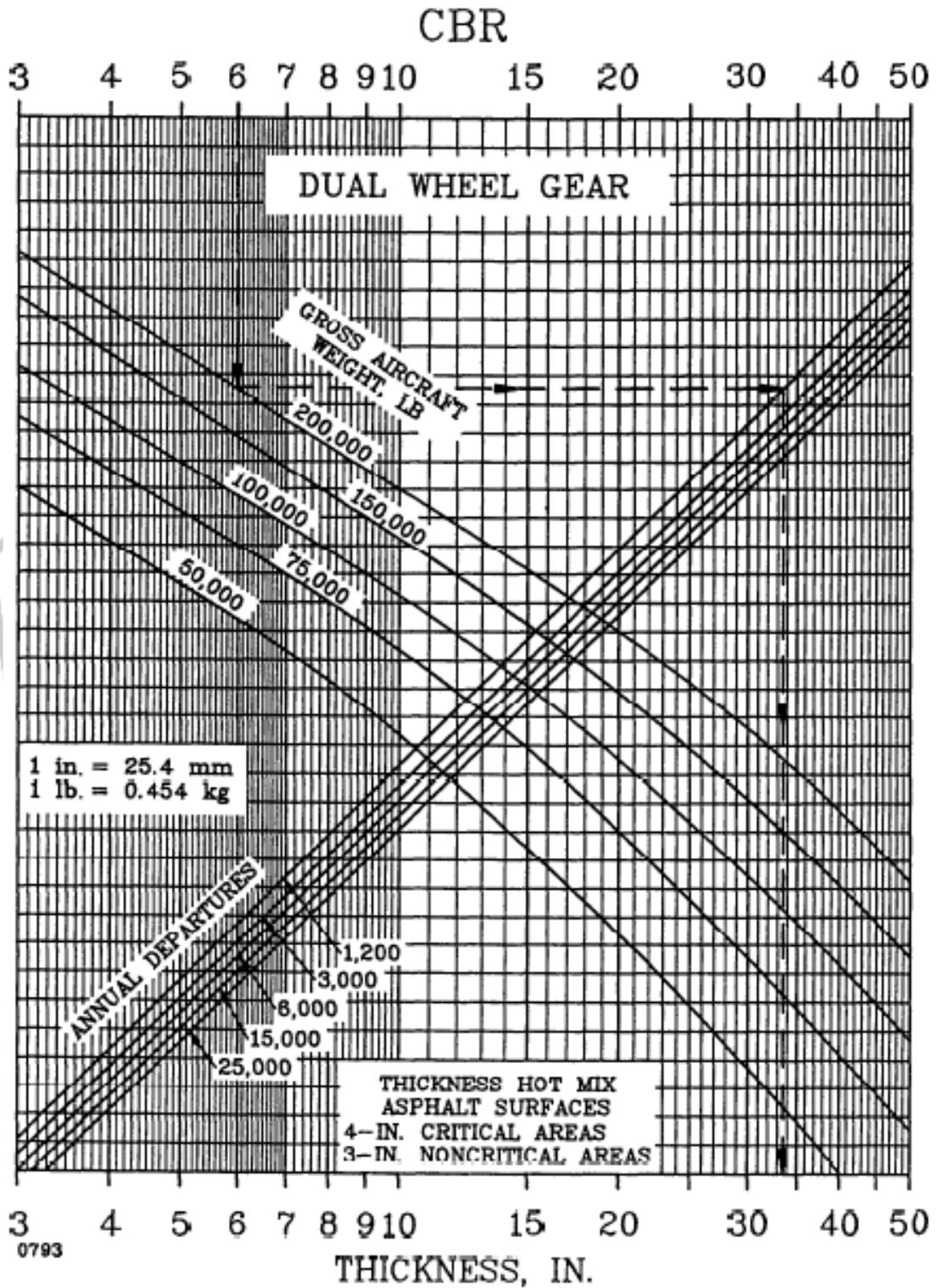
Metode perencanaan menggunakan FAA mengandalkan grafik perencanaan perkerasan berdasarkan referensi dari *Corp of Engineer*, yang diadopsi dari metode CBR yang telah terbukti. Dalam perhitungannya, grafik FAA dapat digunakan untuk umur perencanaan hingga 20 tahun tanpa memerlukan perbaikan besar, kecuali jika terjadi perubahan lalu lintas pesawat. Penggunaan grafik ini

memerlukan nilai-nilai CBR (*California Bearing Ratio*) pada sub base, subgrade, MTOW (*Maximum Takeoff Weight*) pesawat rencana, serta *Equivalent Annual Departures* pesawat rencana. Selanjutnya, nilai-nilai ini diterapkan menggunakan kurva pada grafik untuk menentukan ketebalan total perkerasan yang dibutuhkan.



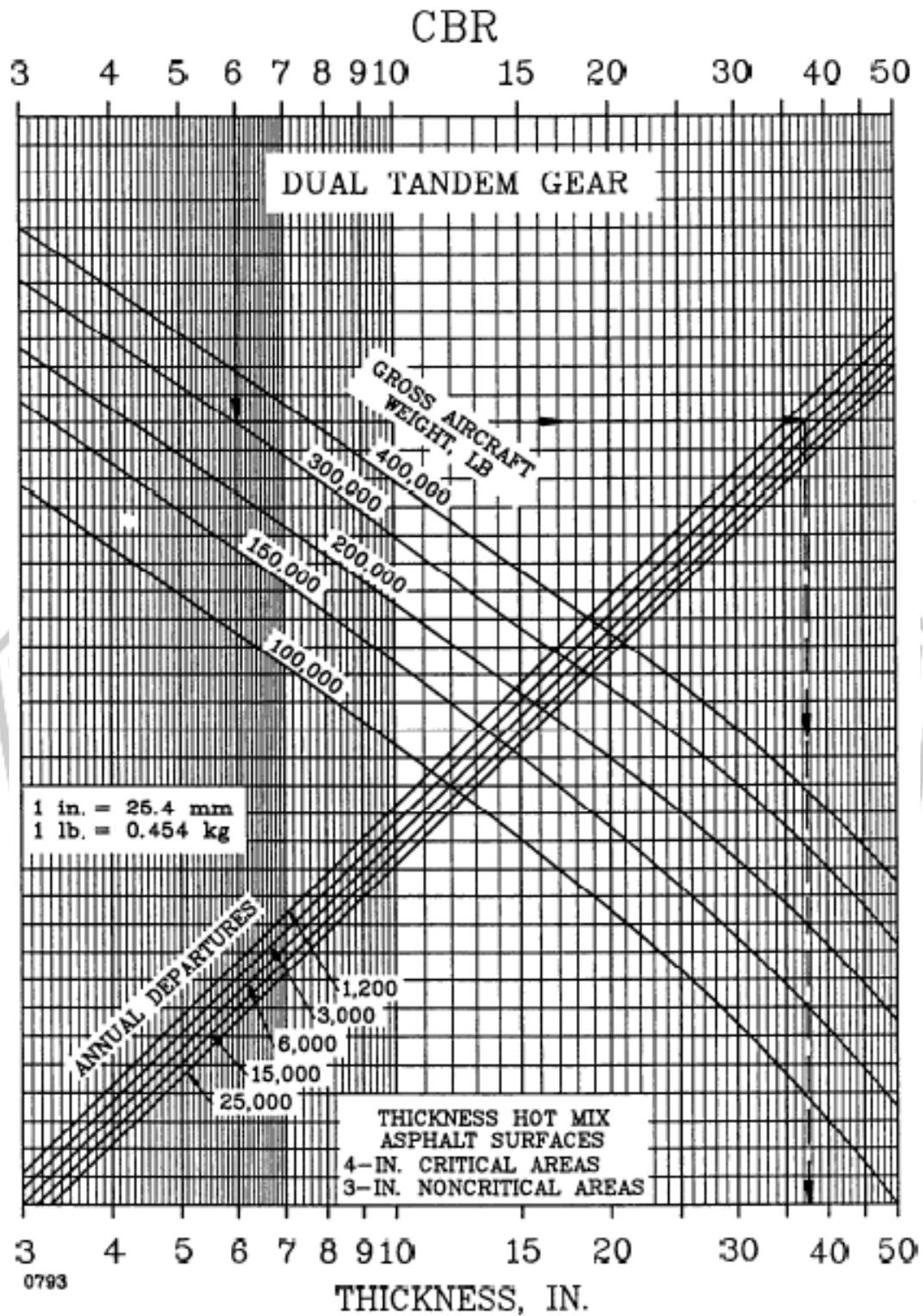
**Gambar 2.8** Grafik Perencanaan Perkerasan Lentur Untuk *Single Wheel Gear*

(Sumber: FAA AC No: 150/5320-6D, 1996: 35)



**Gambar 2.9** Grafik Perencanaan Perkerasan Lentur Untuk *Dual Wheel Gear*

(Sumber: FAA AC No: 150/5320-6D, 1996: 36)

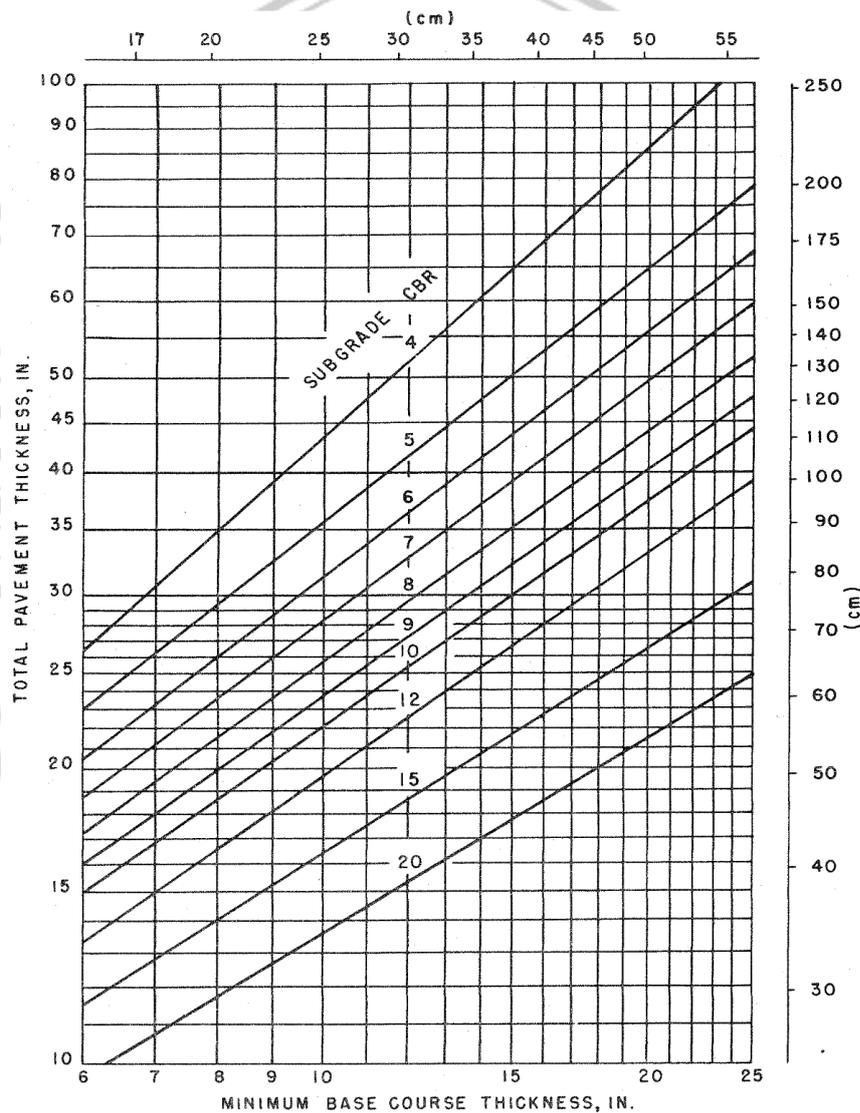


**Gambar 2.10** Grafik Perencanaan Perkerasan Lentur Untuk *Dual Tandem Gear*

(Sumber: FAA AC No: 150/5320-6D, 1996: 37)

### 2.4.2.1 Menentukan Tebal Base Course

Menentukan ketebalan *base course* melibatkan pengurangan total ketebalan perkerasan dari hasil perhitungan ketebalan subbase dan ketebalan *surface*. Kemudian, ketebalan yang diperoleh diperiksa dengan membandingkannya dengan ketebalan minimal *base course* dari grafik. Apabila ketebalan minimum *base course* yang diperoleh dari grafik melebihi hasil perhitungan atau analisis ketebalan *base course*, maka selisih tersebut diambil dari lapisan *sub base course*, yang mengakibatkan perubahan pada ketebalan *sub base course*.



**Gambar 2.11** Grafik Perencanaan Tebal *Base Course*

(Sumber: Basuki, 1986: 314)

#### 2.4.2 Metode *Load Classification Number* (LCN)

Menurut (Basuki, 1986:323), *Metode Load Classification Number* (LCN) merupakan teknik perencanaan dan evaluasi perkerasan yang diadaptasi dari Air Ministry Directorate General of Work, British Aviation, dan kini diakui oleh ICAO dalam *Aerodrome Manual*. Metode ini menggunakan angka LCN untuk menyatakan kapasitas daya dukung perkerasan. Nilai LCN tersebut dipengaruhi oleh roda pendaratan, tekanan roda pesawat, serta ketebalan perkerasan. Apabila nilai LCN perkerasan lebih besar dibandingkan dengan LCN pesawat, maka pesawat dapat mendarat dengan baik. Sebaliknya, jika nilai LCN perkerasan lebih rendah dari LCN pesawat, pesawat tidak dapat mendarat dengan aman sehingga diperlukan overlay atau perancangan ulang perkerasan. Untuk mempermudah, dibuatlah kurva klasifikasi beban standar yang dapat menyatakan kapasitas perkerasan dalam satu angka, yang dirumuskan secara matematis sebagai berikut:

$$\frac{W_1}{W_2} = \left(\frac{W_1}{W_2}\right)^{0.27} \dots\dots\dots(2.5)$$

Ket:

W1 dan W2 = Beban runtuh (failure) masing-masing dalam lbs.

A1 dan A2 = Area yang dibebani masing-masing dalam inch<sup>2</sup>.

Mengenai tahap-tahap dari merencanakan tebal perkerasan *flexible* menggunakan metode LCN, sebagai berikut :

##### 2.4.2.1 Menentukan pesawat rencana

##### 2.4.2.2 Menentukan *Equivalent Single Wheel Load* (ESWL)

$$\text{Log (ESWL)} = \text{Log Pd} + \frac{0,31 \log(2xd)}{\log(2xz/d)} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

Pd = beban yang diterima oleh roda

d = Jarak sisi terdekat antara kedua roda

z = Jarak antara roda depan dan belakang

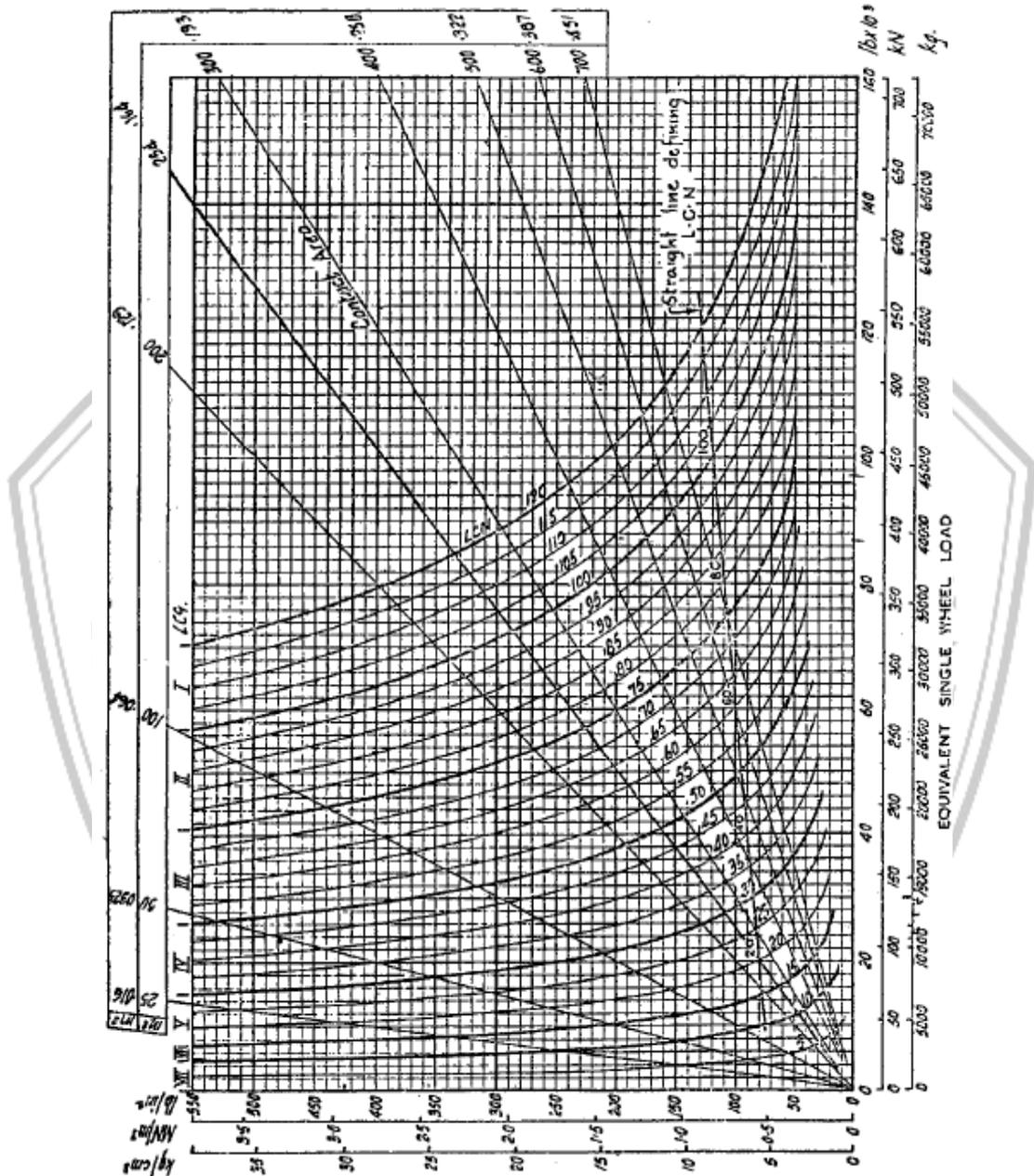
Maka dengan diketahuinya *Equivalent Single Wheel Load* (ESWL) pesawat dan tekanan roda pesawat maka dapat ditentukan kontak area pesawat dengan menggunakan rumus:

$$K = \frac{W}{p} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

- K = Kontak area pesawat (lbs/psi)  
 W = Beban pesawat yang dipikul roda (lbs)  
 p = Tekanan udara pada roda (psi)

#### 2.4.2.3 Menentukan LCN Runway.

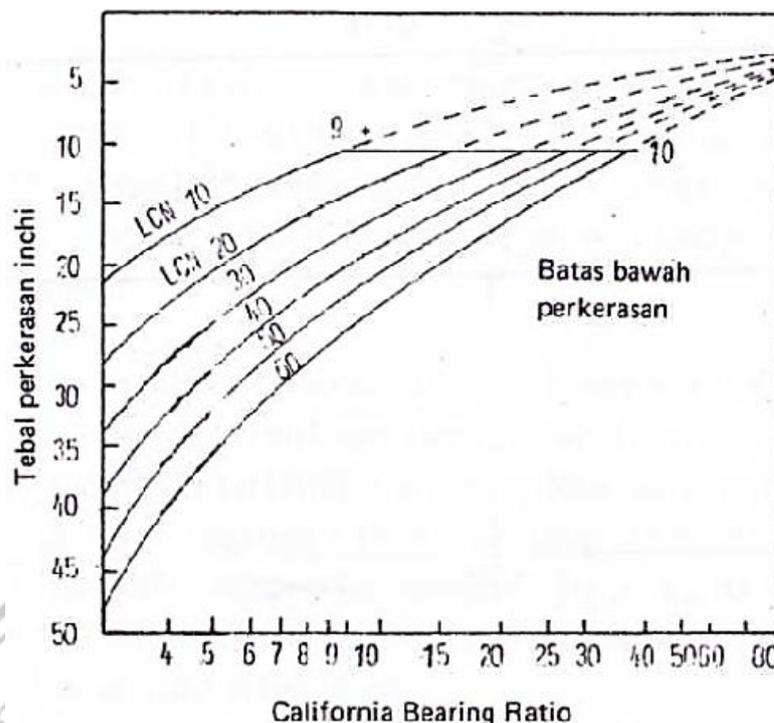


Gambar 2.12 Kurva Nilai LCN

(Sumber: Basuki, 1986: 330)

#### 2.4.2.4 Menentukan Tebal Perkerasan

Dalam penentuan tebal perkerasan, digunakan batas teratas LCN terpilih, lalu memplotkannya ke dalam grafik seperti yang ditunjukkan Gambar 2.13



**Gambar 2.13** Kurva Perencanaan Perkerasan *Flexible* untuk Landasan

(Sumber: Basuki, 1986: 331)

## 2.5 Perbedaan Metode FAA dan LCN dalam Perencanaan

Metode FAA dan LCN merupakan dua metode yang sama-sama digunakan untuk perencanaan perkerasan lentur pada *runway*. Dalam proses penentuan tebal perkerasan, didapati beberapa prosesnya memiliki kesamaan antara metode FAA dan LCN. Namun adapula pendekatannya berbeda. Berikut adalah tabel rangkuman perbedaan pendekatan yang dilakukan metode FAA dan LCN

**Tabel 2.11** Perbedaan metode FAA dan LCN Dalam Perencanaan

Aspek	Metode FAA	Metode LCN
<i>Annual Departures</i>	Dihitung dengan rinci untuk menentukan beban pesawat dan berdampak pada ketebalan perkerasan.	Tidak dihitung
Beban Pesawat	Dihitung dalam bentuk MTOW ( <i>Maximum take off weight</i> )	Dihitung dalam bentuk ESWL ( <i>Equivalent single wheel load</i> )
Roda pendaratan Pesawat	Dinyatakan dalam format konfigurasi roda pesawat berdasarkan kategorisasi jenis roda.	Dinyatakan dalam bentuk jumlah roda dan tekanan roda pada pesawat rencana
Pesawat Rencana	Pesawat yang beroperasi dan pesawat rencana	Pesawat rencana yang terbesar

	dihitung dan dipilih berdasarkan kontribusinya terhadap ketebalan perkerasan yang maksimal.	
Perhitungan Tebal Perkerasan	Di hitung untuk perkerasan dan untuk masing-masing pesawat terbang campuran sesuai dengan pesawat rencana	Di hitung untuk perkerasan dan untuk pesawat rencana saja

## 2.6 Rencana Anggaran Biaya

Estimasi biaya dapat dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu pendekatan umum dan pendekatan rinci. Pendekatan rinci digunakan untuk memahami biaya keseluruhan suatu pekerjaan secara terperinci. Biasanya, pendekatan ini digunakan saat menyusun dokumen penawaran untuk proyek dan akan diajukan pada tahap tertentu saat pelelangan. Berikut merupakan cara yang harus dilakukan untuk merencanakan suatu estimasi mendetail

1. Membuat *Work Breakdown Structure*
2. Membuat *Bill of Quantity*
3. Menentukan metode pelaksanaan
4. Menghitung produktivitas alat dan pekerja
5. Membuat Analisa Harga Satuan
6. Membuat Rencana anggaran biaya

Menurut (Siswanto & Salim, 2019: 39) Konsep penyusunan Perencanaan anggaran biaya proyek didasarkan pada analisis komponen penyusunnya, seperti bahan, upah, dan peralatan. Hasil analisis komponen tersebut akhirnya akan menghasilkan HSP (Harga Satuan Pekerjaan). Rencana anggaran biaya memiliki manfaat, antara lain, sebagai rincian harga penawaran yang disusun oleh kontraktor saat mengajukan penawaran untuk pekerjaan suatu proyek.

$$RAB = \sum [(volume) \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}] \dots \dots \dots (2.8)$$

Adapun penjelasan komponen penyusunan RAB sebagai berikut :

1. Komponen biaya langsung (*Direct Cost*)
  - a. Biaya bahan atau material: Merupakan harga dari bahan yang digunakan selama proses pelaksanaan konstruksi.
  - b. Upah tenaga kerja: Merupakan biaya yang dibayarkan kepada pekerja berdasarkan keahliannya. Upah tenaga kerja ini harus disesuaikan dengan

produktivitas kerja masing-masing pekerja, walaupun produktivitas tiap pekerja bisa bervariasi, oleh karena itu, nilai satuan upah pekerja ditentukan berdasarkan jumlah jam kerja dalam satu hari (8 jam). Jenis-jenis tenaga kerja dapat dibedakan menjadi:

1. Pekerja
  2. Pekerja terampil
  3. Tukang (kayu, besi, batu, dan sebagainya)
  4. Kepala tukang
  5. Mandor
  6. Operator alat berat
- c. Biaya peralatan: meliputi kebutuhan yang terkait dengan aktivitas penyewaan, pemindahan, serta pembongkaran peralatan. Biaya peralatan ini memiliki dampak besar dalam perencanaan biaya karena berperan sebagai pendorong utama dalam terlaksananya suatu proyek. Beberapa jenis alat berat yang dapat digunakan dalam setiap proyek meliputi:
1. Dozer
  2. Excavator
  3. Loader
2. Komponen biaya tidak langsung (*Indirect Cost*)
- a. Overhead umum: sewa kantor, peralatan kantor
  - b. Overhead proyek : adalah biaya yang dapat dialokasikan ke proyek tetapi tidak dapat diatribusikan langsung ke biaya bahan atau upah kerja. Profit: keuntungan yang didapat oleh pelaksana kegiatan sebagai nilai imbal jasa
  - c. Pajak : mencakup berbagai jenis, seperti Pajak Pertambahan Nilai (PPN), Pajak Penghasilan (PPH), dan jenis pajak lainnya yang dikenakan atas hasil kegiatan operasional perusahaan.

### **2.5.1 Unsur-Unsur Rencana Anggaran Biaya**

Dalam melaksanakan perencanaan anggaran biaya ada sebaiknya mengetahui berupa unsur-unsur penyusun yang ada dalam perencanaan anggaran biaya

- a. Volume pekerjaan dapat dihitung dengan menilai objek yang ada pada gambar kerja atau dengan menghitung langsung di lokasi pekerjaan di

lapangan. Tanpa satuan ukur, pekerjaan tidak akan memenuhi persyaratan dan tidak akan memiliki arti, dan akan mempengaruhi hasil analisis biaya pekerjaan.

- b. Analisis Harga Satuan Dasar melibatkan elemen-elemen harga satuan dasar, yang terdiri dari harga satuan dasar tenaga kerja, harga satuan dasar bahan, dan harga satuan dasar peralatan. Kementerian Pekerjaan Umum menyajikan langkah-langkah untuk menentukan harga satuan dasar dan harga satuan pekerja, yaitu

1. Tahap perhitungan menentukan harga satuan alat :

- Diperlukan informasi mengenai gaji atau upah yang diterima oleh operator alat berat.
- Menyelidiki secara rinci tentang alat, termasuk usia alat, jam kerja, kemampuan alat, dan harga alat.
- Biaya yang diperlukan mencakup biaya alat, biaya yang telah ditetapkan, biaya aktivitas alat, dan biaya pelaksanaan. Semua biaya ini perlu dihitung dan dipertimbangkan dengan baik agar dapat menyusun rencana anggaran biaya yang akurat.

2. Langkah-langkah dalam menentukan harga satuan untuk tenaga kerja meliputi:

- Penentuan kualifikasi tenaga kerja, mulai dari kepala tukang, tukang, hingga mandor.
- Pemahaman tentang harga satuan yang telah ditetapkan oleh pemerintah daerah tempat proyek dilaksanakan.
- Perkiraan jumlah tenaga kerja dari luar daerah dengan mempertimbangkan biaya akomodasi, konsumsi, dan transportasi.
- Evaluasi biaya per jam untuk setiap pekerja secara individual.
- Penetapan rata-rata biaya per jam untuk upah tenaga kerja.
- Harga rata-rata upah tenaga kerja harus sejalan dengan Upah Minimum Regional (UMR) di daerah tempat proyek dilaksanakan sesuai dengan ketentuan Kementerian Pekerjaan Umum.

3. Tahapan perhitungan harga satuan bahan :

- Memerlukan pemahaman mengenai harga dasar per unit suatu bahan atau material, serta estimasi biaya transportasi.
- Menghitung kapasitas produksi per jam dengan menggunakan teknik input data alat dan efisiensi alat tersebut.
- Menganalisis biaya satuan dasar bahan yang digunakan, yang melibatkan bahan baku seperti batu, pasir, dan sejenisnya, serta material hasil produksi seperti agregat kasar, agregat halus, dan sebagainya.



## 2.7 Perbandingan Penelitian

Adapun perbandingan antara penelitian penulis dengan penelitian relevan yang pernah dilakukan dapat disajikan pada Tabel di bawah, sebagai berikut:

**Tabel 2.12** Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Penelitian					
	Penulis	Judul	Lokasi	Metode	Variabel	Hasil
1.	Yarsuddin (2012)	Perencanaan Struktur Perkerasan Landas Pacu Bandar Udara Syamsudin Noor-Banjarmasin	Bandar Udara Syamsudin Noor, Banjarmasin, Kalimantan Selatan	- FAA cara manual - CBR - LCN	<i>Runway</i>	Berdasarkan hasil perencanaan dari metode-metode perencanaan struktur perkerasan lentur yang digunakan diperoleh bahwa perhitungan ketebalan perkerasan <i>fleksibel</i> menggunakan metode CBR (US Army Corps) dan FAA menghasilkan dimensi yang sama yaitu 27 inci (69 cm), sementara metode LCN menghasilkan ketebalan 38 inci (97 cm). Hasil perhitungan CBR dan FAA ini selaras dengan spesifikasi PT. (Persero) Angkasa Pura I untuk perkerasan lentur yaitu 690 mm. Struktur perkerasan lentur <i>runway</i> tersusun dari Asphalt Concrete untuk surface, batu pecah untuk base

						course, dan agregat alam untuk subbase course.
2.	Hary Moetriono, Suharno (2012)	Analisis Perpanjangan Landas Pacu ( <i>Runway</i> ) Dan Komparasi Biaya Tebal Perkerasan (Studi Kasus pada Bandar Udara Abdulrachman Saleh Malang)	Bandara Abdulrachman Saleh Malang, Jawa Timur.	- CBR - FAA cara manual - LCN	<i>Runway</i>	Dari penelitian ini diperoleh beberapa kesimpulan 1) Panjang <i>runway</i> pesawat kritis Air Bus A319 setelah dikoreksi terhadap elevasi, suhu, dan slope berdasarkan <i>Aeroplane Reference Field Length</i> (ARFL) adalah 2528 m, 2) Tebal perkerasan struktural total <i>runway</i> yang dihasilkan dari metode CBR adalah 68 cm, metode FAA adalah 68 cm sedangkan metode LCN adalah 73 cm karena perbedaan dari metode CBR, FAA dan LCN 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. 3) Estimasi biaya pembangunan perpanjangan <i>runway</i> dari hasil perhitungan perkerasan lentur

						dengan metode CBR, FAA dan LCN diperoleh biaya terendah memakai metode perkerasan lentur FAA yaitu Rp. 4.212.004.400 rupiah
3.	Shelvy Elvina Santoso (2017)	Perbandingan Metode Perencanaan Perkerasan Lentur Menggunakan Metode FAA ( <i>Federal Aviation Administration</i> ) dan LCN ( <i>Load Clasification Number</i> ) Pada Landar Pacu Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang	Banadara Internasional Ahmad Yani Semarang, Jawa Tengah.	- FAA cara manual - LCN	<i>Runway</i>	Berdasarkan hasil analisa didapatkan bahwa perkerasan <i>runway</i> yang direncanakan dengan metode FAA lebih efektif dibandingkan metode LCN dalam jangka panjang. Dengan tebal masing-masing untuk perkerasan metode FAA adalah 127 cm sedangkan untuk perkerasan metode LCN adalah 70cm
4.	Muh. Fajar Bimantoro (2021)	Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan <i>Runway</i> , <i>Taxiway</i> dan <i>Apron</i> Pada Yogyakarta International Airport	Bandara Internasional Yogyakarta.	- FAA cara manual - FAA software FAARFIELD - ICAO (International Civil Aviation Organization)	<i>Runway</i> , <i>Taxiway</i> , dan <i>Apron</i>	Hasil desain perencanaan perkerasan lentur metode FAA pada lapisan <i>surface</i> , <i>base</i> dan <i>subbase</i> adalah 10 cm, 30 cm, 47,79 cm, tebal total 87,79 cm pada <i>runway</i> , 10 cm, 27 cm, 51,77 cm, tebal total 88,77 cm pada <i>taxiway</i> , 10 cm, 33 cm, 43,19 cm, tebal total 86,19 cm pada <i>Apron</i> .

					<p>Menggunakan metode ICAO (<i>International Civil Aviation Organization</i>) United States of America Practice) adalah 10 cm, 28,5 cm, 49,1 cm, tebal total 87,6 cm pada <i>runway</i>, 10 cm, 28,5 cm, 49,1 cm tebal total 87,6 cm pada <i>taxiway</i>, 10 cm, 28,5 cm, 49,1 cm, tebal total 87,6 cm pada <i>apron</i>. Hasil desain perencanaan perkerasan kaku metode FAA pada lapisan <i>surface</i>, dan <i>subbase</i> adalah 50,24 cm, 20 cm, tebal total 70,24 cm pada <i>runway</i>, 50,2 cm, 22 cm, tebal total 72,2 cm pada <i>taxiway</i>, 49,97 cm, 24 cm, tebal total 73,97 cm pada <i>apron</i>. Menggunakan metode ICAO (<i>International Civil Aviation Organization</i>) United States of America Practice adalah 50 cm, 20 cm, tebal total 70 cm pada <i>runway</i>, 50 cm, 22 cm, tebal total 72 cm pada <i>taxiway</i>, 50 cm, 24 cm, tebal total 74 cm pada <i>apron</i>. Dari hasil yang didapatkan terdapat perbedaan dari</p>
--	--	--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

						hasil kedua metode dikarenakan oleh pada metode ICAO harus mencari <i>Annual Departures</i> terhadap satu pesawat rencana sedangkan pada metode FAA dengan FAARFIELD, FAARFIELD mendesain tebal lapis perkerasan satu per satu dan tebal lapis perkerasan nantinya ditentukan melalui kerusakan kumulatif atau menggunakan sistem <i>Cumulative Damage Factor</i> atau CDF.
5.	Suci Ryski Nur Afriyani, Viktor Suryan (2022)	Analisa Metode FAA dan ICAO-LCN pada Perencanaan Perkerasan <i>Runway</i> di Bandar Udara Silampari Lubuklinggau	Bandara Silampari Lubuklinggau, Sumatera Selatan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FAA cara manual</li> <li>- FAA software FAARFIELD</li> <li>- LCN</li> </ul>	<i>Runway</i>	Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan <i>runway</i> dengan menggunakan perkerasan lentur dan umur rencana perkerasan yaitu 20 tahun didapat hasil yaitu dengan menggunakan metode FAA ( <i>Federal Aviation Administration</i> ) secara grafis didapatkan tebal total perkerasan yaitu 76,2 cm dan pada metode FAA ( <i>Federal Aviation Administration</i> ) menggunakan software FAARFIELD didapat sebesar 60,99 cm,

						<p>sedangkan pada metode LCN (<i>Load Classification Number</i>) didapat tebal total perkerasan yaitu 73,66 cm. Adapun material yang digunakan yaitu pada <i>Subbase Course</i> menggunakan agregat alam, lapisan <i>Base Course</i> menggunakan <i>Asphal Concrete-Binder Course</i> (AC-BC) dan <i>Surface Course</i> menggunakan aspal hotmix.</p>
--	--	--	--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

