

BAB 4

KLASIFIKASI BANDAR UDARA DAN PENGELOMPOKAN PESAWAT TERBANG

4.1. KLASIFIKASI BANDAR UDARA

Dalam Kegiatan perancangan, Bandar udara diklasifikasikan berdasarkan pesawat yang dapat dilayani. Karakteristik dimensi dan performa pesawat kritis menentukan Airport Reference Code. Airport Reference Code merupakan system kode yang digunakan terkait dengan criteria desain dan karakteristik fisik dari pesawat dalam pengoperasian Bandar udara. Klasifikasi yang lazim digunakan adalah berdasarkan ICAO dan FAA.

ICAO menggunakan dua elemen kode Airport Reference Code yang dinamakan The Aerodrome Design Code, yang meliputi sebagai berikut :

1. Code Number (kode angka), yaitu perhitungan panjang runway (termasuk stopway dan clearway bila ada) berdasarkan referensi pesawat Aeroplane Reference Field Length (ARFL).
2. Code letter (kode huruf), yaitu perhitungan sesuai wingspan (lebar sayap) dan outer main gear wheel span (lebar/jarak roda terluar pesawat).

Tabel 4.1. ICAO Aerodrome Reference Code (ICAO, 2013)

Code Number	Aeroplane reference field length (ARFL)	Code letter	Wingspan	Outer Main Gear Wheel Span
1	< 800 m	A	< 15 m	< 4,5 m
2	800 m - < 1.200 m	B	15 m - < 24 m	4,5 m - < 6 m
3	1.200 m - < 1.800 m	C	24 m - < 36 m	6 m - < 9 m
4	≥ 1.800 m	D	36 m - < 52 m	9 m - < 14 m
		E	52 m - < 65 m	9 m - < 14 m
		F	65 m - < 80 m	14 m < 16 m

Contoh klasifikasi pesawat berdasarkan Aerodrome Reference Code yang dikeluarkan oleh ICAO.

Code Number ICAO	Code Letter ICAO	Contoh Pesawat
1	A	Semua pesawat bermesin tunggal
2	B	EMB-120, Saab 2000, Saab 30
3	C	B727, B737, MD-80, A320
4	D	Boeing 757, A300, B767
	E	Boeing 747, A340, A330, A350, B777
	F	Airbus A380

FAA menggunakan dua penanda Airport Reference Code yang meliputi sebagai berikut :

- Kategori berdasarkan aircraft approach category, yaitu kecepatan pesawat pada saat landing, yang didefinisikan sebagai $1,3 \times$ stall speed (kehilangan daya angkat) pada konfigurasi pendaratan pesawat dengan berat maksimum pendaratan (MDLW).

- Nomor group yang memperhitungkan tail height (tinggi ekor) dan wingspan (lebar sayap) pesawat

Tabel Aircraft approach category (FAA, 2014)

Kategori	Approach Speed (knot ^b)
A	< 91
B	91 – 120
C	121 – 140
D	140 – 166
E	> 166

Tabel Airplane design group (FAA, 2014)

Nomor Group	Tail Height	Wingspan
I	< 6 m	< 15 m
II	6 m - < 9 m	15 m - < 24 m
III	9 m - < 13,5 m	24 m - < 36 m
IV	13,5 m - < 18,5 m	36 m - < 52 m
V	18,5 m - < 20 m	52 m - < 65 m
VI	20 m - < 24,5 m	65 m - < 80 m

4.2. KLASIFIKASI PESAWAT TERBANG

Beberapa klasifikasi dan tipe pesawat terbang yang lazim didengar ialah berdasarkan kegunaan pesawat. Secara umum dibagi menjadi empat tipe, yaitu sebagai berikut :

1. General aviation aircraft (GA)

Secara tipikal, pesawat-pesawat tipe ini memiliki satu (single) atau dua mesin (twin engine)

2. Corporate aircraft (CA)

Pesawat tipe ini merupakan pesawat yang biasa digunakan untuk mengangkut beberapa penumpang atau barang untuk keperluan bisnis, evakuasi, kegiatan pemerintah, angkatan udara, dan sebagainya.

3. *Commuter aircraft* (COM)

Merupakan pesawat kecil untuk mengangkut penumpang untuk jarak dekat dengan frekuensi tinggi, biasanya melayani penerbangan dari pesawat jenis ini memiliki satu, dua, tiga, bahkan empat turboprop (baling-baling) atau mesin jet.

4. *Transport aircraft* (TA)

Merupakan pesawat tersertifikasi yang dirancang untuk mengangkut penumpang dan kargo dalam jumlah besar. Pesawat-pesawat jenis ini memiliki mesin jet lebih dari satu. Menurut berat dan jarak tempuhnya diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Short-Range (Jarak Dekat)

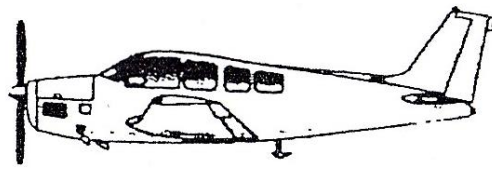
Berat maksimum kotor (maximum gross weight) pesawat ini biasanya kurang dari 68.000 kg, dengan jarak tempuh maksimum 2.222 km. Contoh : Airbus A320, Fokker F100, dan Boeing 737.

b. *Medium-Range* (Jarak Menengah)

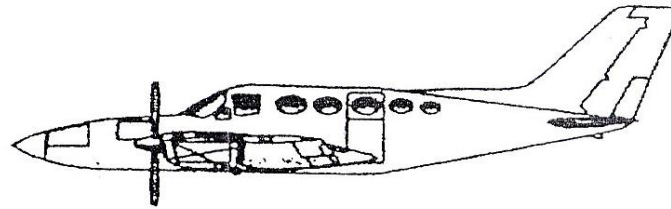
Berat maksimum kotor (maximum gross weight) pesawat ini biasanya kurang dari 160.000 kg, dengan jarak tempuh maksimum 2.223 km – 6.482 km. Contoh : Boeing 757-200, Airbus A330, dan Airbus A300.

c. *Long-Range* (Jarak Jauh)

Berat maksimum kotor (maximum gross weight) pesawat ini biasanya kurang dari 160.000 kg, dengan jarak tempuh maksimum 6.482 km. Contoh : Boeing 777-300ER, Airbus A340, dan Boeing 747-400.

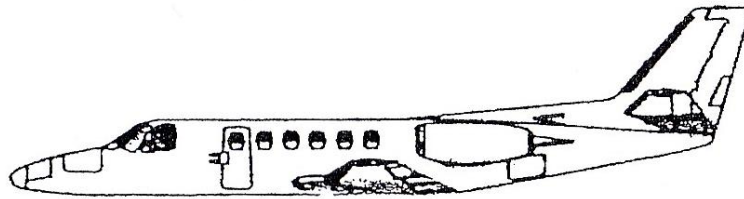


Beechcraft A36 (Bonanza)

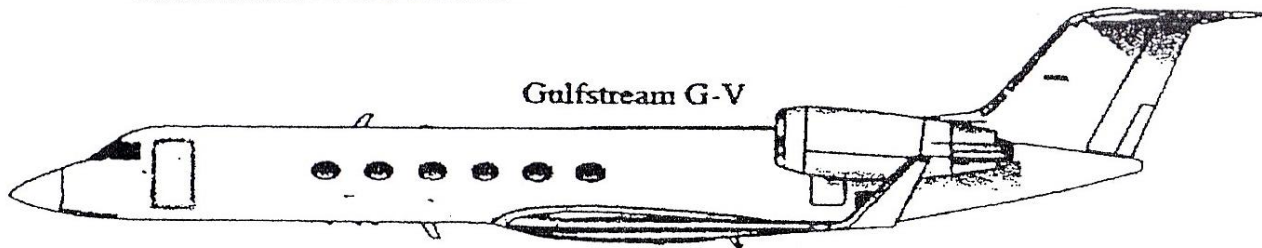


Cessna 421C (Golden Eagle)

(a) *General aviation aircraft (GA)* dengan *single-engine*
(Pesawat penerbangan umum dengan mesin tunggal)



Cessna Citation II



Gulfstream G-V

(b) *Corporate aircraft (CA)*
(pesawat perusahaan)

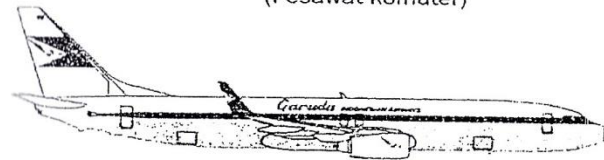
Gambar 4.1 Contoh pesawat tipe *corporate aircraft (CA)* dan *general aviation aircraft (GA)*, (Trani, 2013[5])



ATR 72-600

N-219

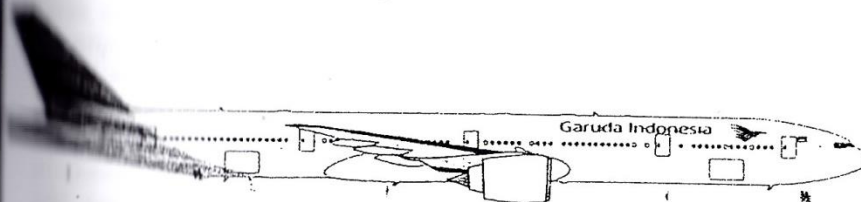
(a) *Commuter aircraft (COM)*
(Pesawat komuter)



Short-range: Boeing 737-800NG



medium-range: Airbus A330-200



Long-range: Boeing 777-300ER

(b) *Transport aircraft (TA)*
(pesawat transport)

Gambar 4.2 Contoh pesawat tipe *Commuter (COM)* dan *Transport Aircraft (TA)*
(Garuda Indonesia, 2015)

4.3 KARAKTERISTIK PESAWAT TERBANG

4.3.1 Standar Dimensi

Beberapa istilah yang terkait dengan dimensi pesawat terbang yang penting terhadap perencanaan dan perancangan Bandar udara:

- a. Length (panjang) sebuah pesawat terbang didefinisikan sebagai jarak dari ujung depan badan pesawat (fuselage) atau badan utama(main body) pesawat, sampai ke ujung belakang pesawat, yang dikenal sebagai empennage.
- b. Wingspan (panjang sayap) sebuah pesawat terbang didefinisikan sebagai jarak dari ujung sayap ke ujung sayap lainnya pada sayap utama pesawat.
- c. Maximum height (tinggi maksimum) sebuah pesawat terbang secara tipikal didefinisikan sebagai jarak dari lantai dasar (ground) sampai puncak bagian ekor (tail) pesawat.

- d. *Wheelbase* sebuah pesawat terbang didefinisikan sebagai jarak antara as roda pendaratan utama (main landing gear) pesawat dengan as roda depan (nose gear), atau roda ekor (tail-wheel), pada kasus pesawat tail-wheel.
- e. *Wheel track* sebuah pesawat terbang didefinisikan sebagai jarak antara as roda terluar (outer wheels) dari main landing gear pesawat.
- f. *Turning radii* adalah fungsi dari sudut kemudi roda depan (nose gear steering angle). Semakin besar sudutnya, semakin kecil radiusnya.

Turning radius dari pesawat dapat diwakili oleh rumus :

$$R_{180^\circ \text{turn}} = b \tan (90 - \beta) + \frac{t}{2}$$

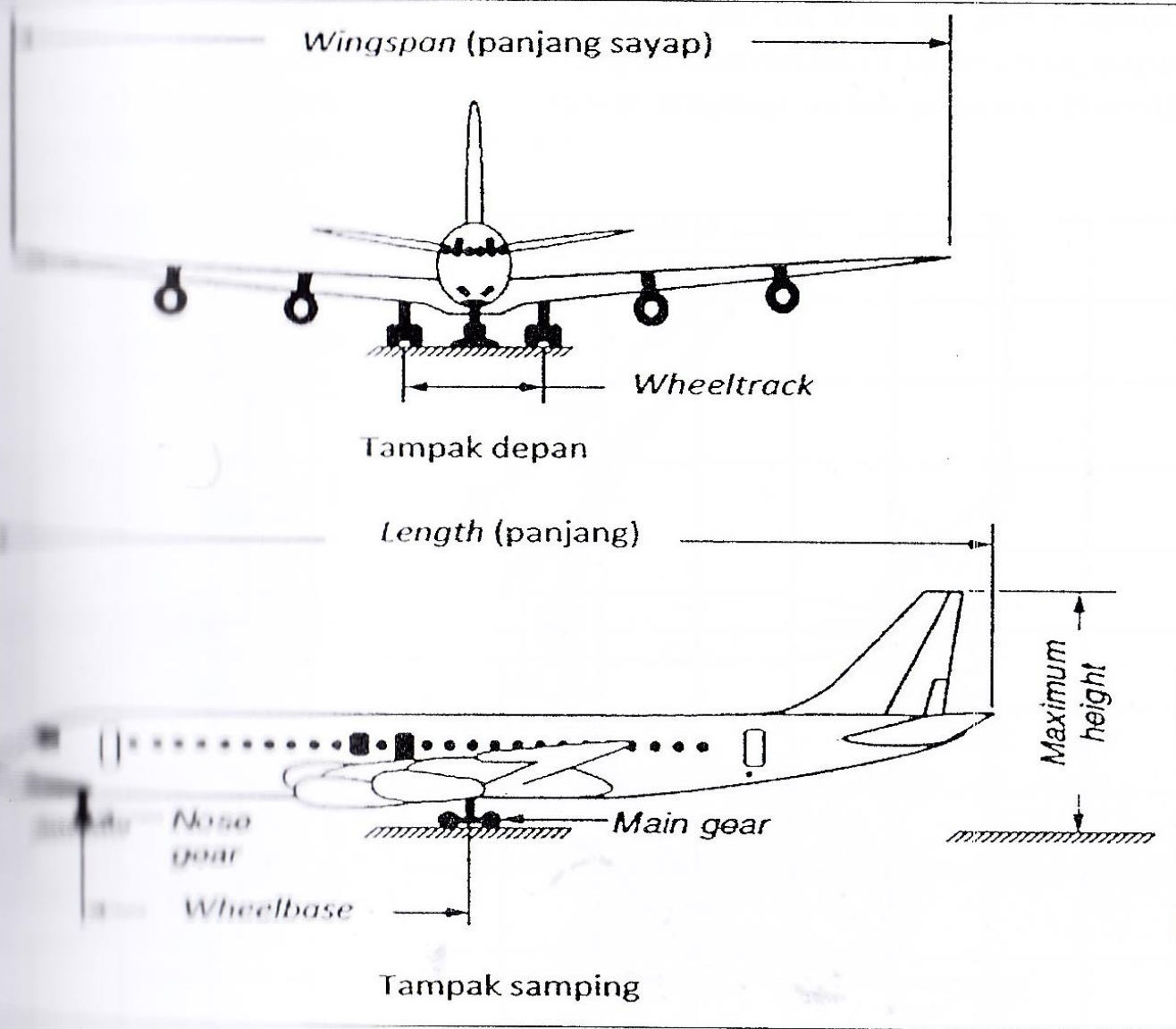
Dengan :

b = wheelbase pesawat

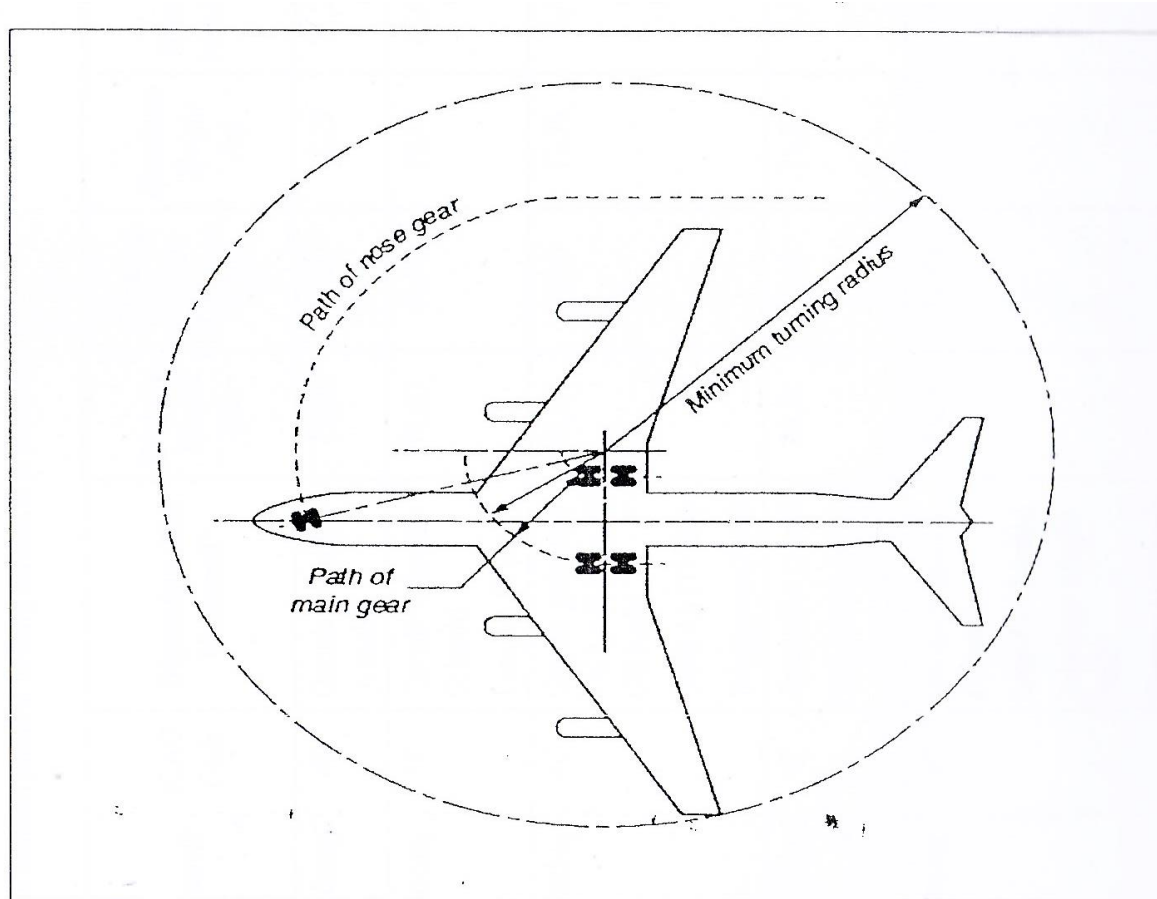
t = wheel track pesawat

β = sudut kemudi maksimum (maximum steering angle)

Pusat rotasi dapat ditentukan dengan mudah, dengan menggambar sebuah garis melalui poros dari roda depan (nose gear) pada sudut kemudi manapun yang diinginkan.

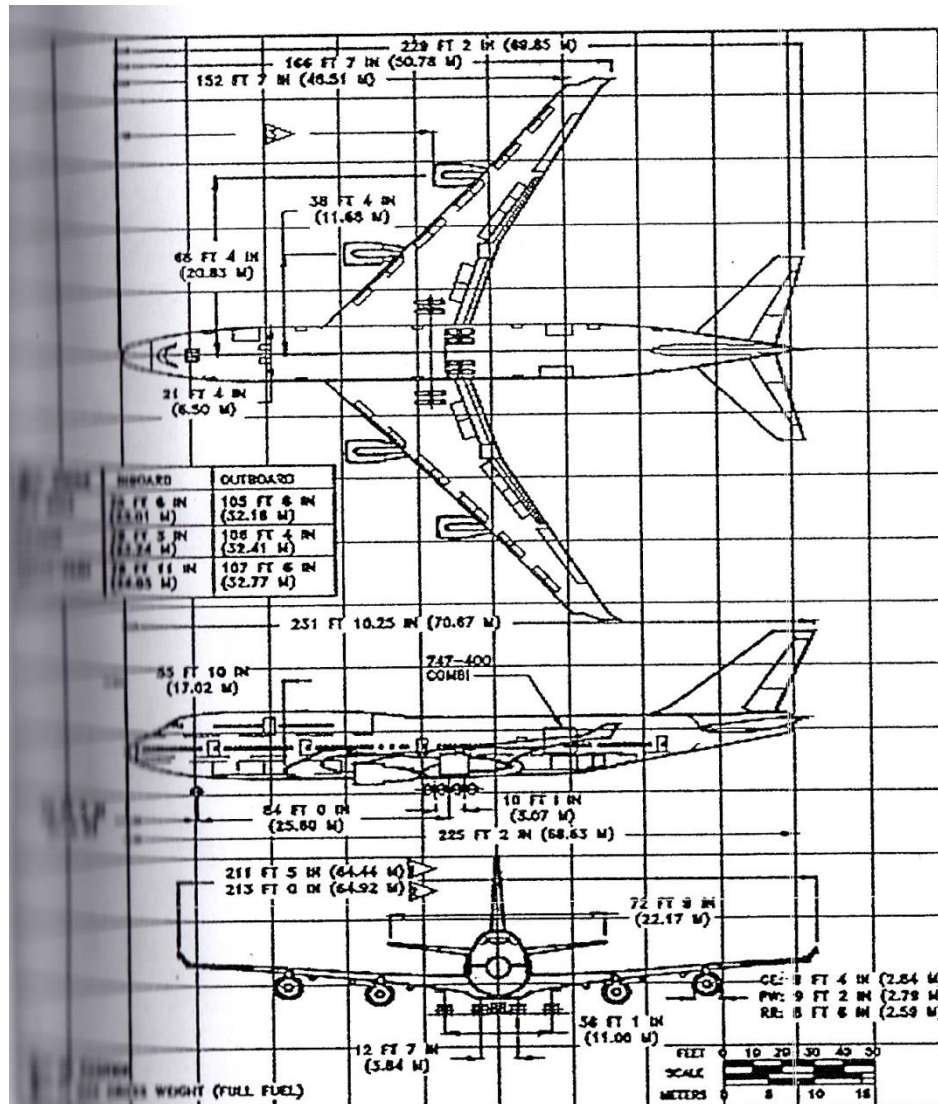


Gambar 4.3 Dimensi pesawat (Horonjeff, dkk., 2010[4])



Gambar 4.4 *Turning radius* (Horonjeff, dkk., 2010[4])

Secara umum, dimensi pesawat yang berkenaan dengan perencanaan Bandar udara dilihat pada ICAO (Aerodrome Design Manual Part 1 da 2) dan juga pada FAA Advisory Circular No. AC 150/5325-4B.



gambar 4.5 Contoh dimensi pesawat boeing 747-400 (Boeing, 2002)[9]

Tabel 4.5 Karakteristik dimensi pesawat terbang komersial di Indonesia

Model Pesawat	Pabrik	ICAO Code	Digunakan Oleh Maskapai *	Panjang, Length (m)	Bentang Sayap, Wingspan (m)	Maximum Height (m)	Wheel-base (m)	Wheel Track (m)	Nose Wheel Angle	Turning Radius (m)	Aeroplane References Field Length, ARFL (m)
B777-300ER [8]	Boeing	4E	Garuda Indonesia (6 buah)	73,90	64,80	18,75	31,22	10,97	70°	48,20	3.120
B747-400 [9]	Boeing	4E	Garuda Indonesia (2 buah) Lion Air (2 buah)	70,60	64,40	19,59	25,60	11,00	67°	53,10	2.890
B737-800NG [10]	Boeing	4C	Garuda Indonesia (76 buah) Lion Air (30 buah) Batik Air (19 buah) Sriwijaya Air (8 buah)	39,50	34,30	12,55	15,60	5,72	78°	21,10	2.090
B737-200 [10]	Boeing	4C	Express Air (2 buah) Trigana Air Service (5 buah)	29,54	28,40	11,23	11,38	5,23	78°	17,10	2.295
B737-300 [10]	Boeing	4C	Garuda Indonesia (1 buah) Lion Air (2 buah) Sriwijaya Air (10 buah) Express Air (2 buah)	32,18	31,10	11,15	12,45	5,23	78°	17,70	2.749

Model/Type	Manufacturer	Class	Operator/Airline	Length (m)	Wing Span (m)	Height (m)	Wing Area (m²)	Wing Thickness (m)	Wing Angle	Wing Root Chord (m)	Wing Tip Chord (m)
B737-400 [10]	Boeing	4C	Lion Air (2 buah) Sriwijaya Air (5 buah)	33,40	28,90	11,15	14,27	5,23	78°	18,00	2.499
B737-500 [10]	Boeing	4C	Garuda Indonesia (4 buah) Sriwijaya Air (12 buah) Kalstar Aviation (2 buah) Express Air (2 buah)	29,79	28,88	11,15	11,07	5,23	78°	17,40	2.470
B737-900ER [10]	Boeing	4C	Lion Air (71 buah) Batik Air (7 buah)	40,67	35,79	12,55	17,17	5,72	78°	21,50	2.240
A330-300 [11]	Airbus	4E	Garuda Indonesia (11 buah)	63,69	60,30	16,70	25,38	12,62	65°	45,60	2.500
A330-200 [11]	Airbus	4E	Garuda Indonesia (11 buah)	58,82	60,30	17,90	22,18	12,62	65°	45,00	2.220
A320-200 [12]	Airbus	4C	Citilink (34 buah) Batik Air (8 buah) Air Asia Indonesia (29 buah)	37,60	34,10	11,80	12,64	8,95	70°	12,64	2.058

Model Pesawat	Pabrik	ICAO Code	Digunakan Oleh Maskapai *	Panjang, Length (m)	Bentang Sayap, Wingspan (m)	Maximum Height (m)	Wheel-base (m)	Wheel Track (m)	Nose Wheel Angle	Turning Radius (m)	Aeroplane References Field Length, ARFL (m)
CJR1000 [13]	Bombardier	4C	Garuda Indonesia (15 buah)	39,10	26,20	7,50	21,00	4,06	65°	92,00	2.120
ATR 72 600 [14]	ATR	3C	Garuda Indonesia (8 buah) Wings Air (2) Kalstar Aviation (2 buah) Trigana Air Service (3 buah)	27,16	27,05	7,65	10,77	4,10	65°	63,00	1.367
ATR 72 500 [15]	ATR	3C	Wings Air (41)	22,67	24,57	7,59	8,78	4,10	65°	63,00	1.215
ATR 42 300 [16]	ATR	2C	Kalstar Aviation (4 buah) Trigana Air Service (7 buah)	22,67	24,57	7,59	8,78	4,10	65°	63,00	1.010
Fokker 50 [17]	Fokker	3C	Sky Aviation (5 buah)	25,25	29,00	8,32	9,70	7,20	73°	18,00	1.760
Fokker 100 [17]	Fokker	4C	Sky Aviation (1 buah)	35,53	28,08	8,51	14,01	5,04	73°	20,07	1.820

* maskapai penerbangan di Indonesia, Juli 2015 (sumber: website: PT Garuda Indonesia[18], PT Lion Air[19], Batik Air[20], Citilink[22], Air Asia Indonesia[23], Sriwijaya Air[21], Kalstar Aviation[25], Trigana Air Services[26], Sky Aviation[27], Wings Air[24] dan Express Air[28])

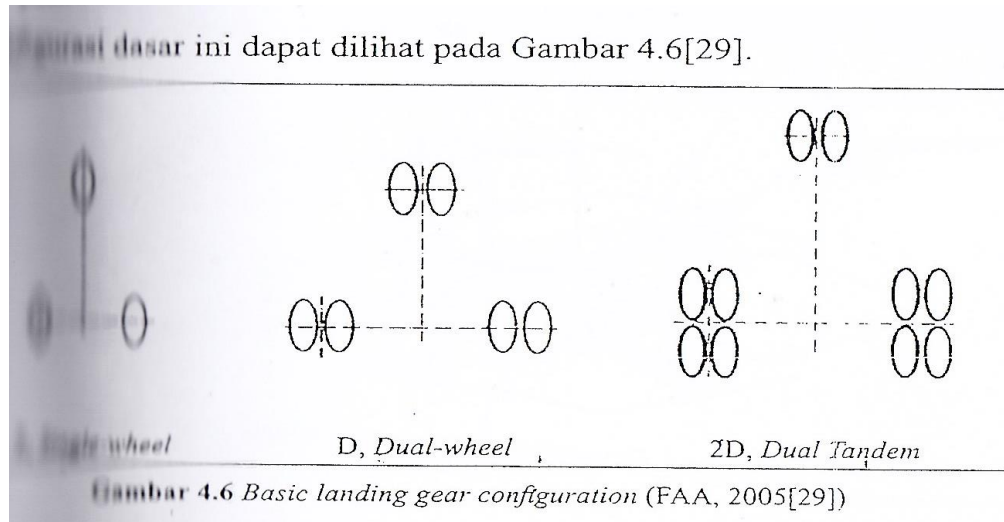
4.3.2. Konfigurasi Roda Pendaratan (Landing Gear)

Konfigurasi roda pendaratan (landing gear configuration) berperan penting dalam mendistribusikan berat pesawat ke permukaan yang ditumpangnya, dengan kata lain berperan besar terhadap desain perkerasan Bandar udara. Semakin berat pesawatnya, biasanya semakin banyak roda pesawatnya. Berat pesawat yang tersalurkan ke perkerasan ini harus bisa didukung oleh perkerasan runway, taxiway, dan apron.

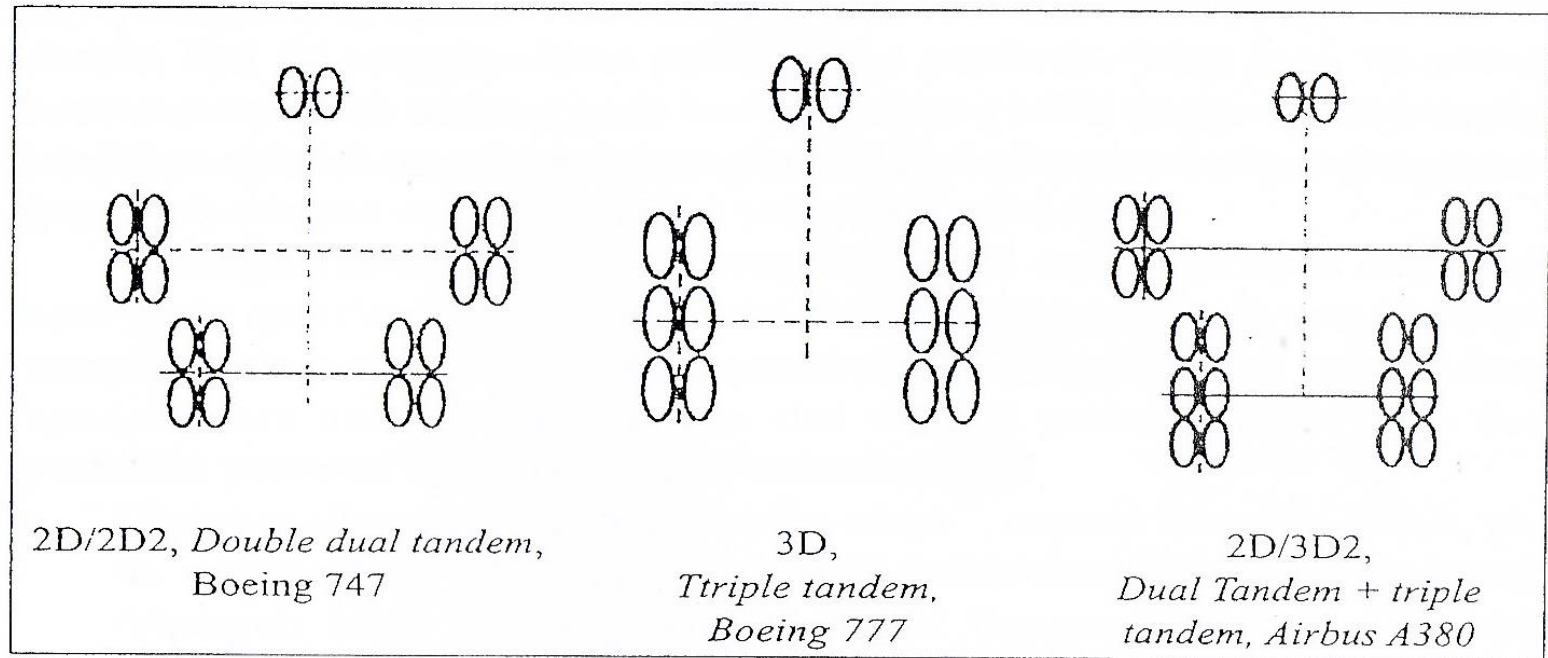
Terdapat definisi dalam konfigurasi roda pesawat, yaitu :

- a. Single-wheel configuration (konfigurasi roda tunggal).
Terdapat beberapa roda utama (main gear) pesawat terdapat total dua roda, dengan satu roda di masing-masing penyangga (strut) pesawat.
- b. Dual-wheel configuration (konfigurasi roda ganda),
artinya pada roda utama (main gear) pesawat terdapat total empat roda, dengan dua roda di masing-masing penyangga (strut) pesawat.
- c. Dual tandem configuration (konfigurasi roda ganda tandem), artinya terdapat dua roda sepasang pada masing-masing penyangga (strut) pesawat.

Konfigurasi dasar ini dapat dilihat pada gambar berikut :



Pesawat-pesawat tipe Transport Aircraft (TA) besar, saat ini memiliki landing gear configuration (konfigurasi roda pendaratan) yang kompleks. Kerumitan dan keberagaman Landing gear configuration ini menginisiasi FAA untuk membuat standar penamaan untuk landing gear configurations.



Gambar 4.7 Complex landing gear configuration
(FAA, 2005[29])

FAA Name	FAA Designation	Contoh Tipikal Pesawat
Single wheel	S	F-14, F-15
Dual Wheel	D	Beech 1900
Single tandem	2S	C-130
Dual tandem	2D	Boeing 757
Double dual tandem	2D/2D2	Boeing 747
Triple tandem	3D	Boeing 777
Dual tandem plus triple Tandem	2D/3D2	Airbus A-380

4.3.3. Tipe Mesin Pesawat

Mesin pesawat secara umum terbagi dalam tiga kategori, yaitu sebagai berikut :

a. Piston Engines (Pesawat Bermesin Piston)

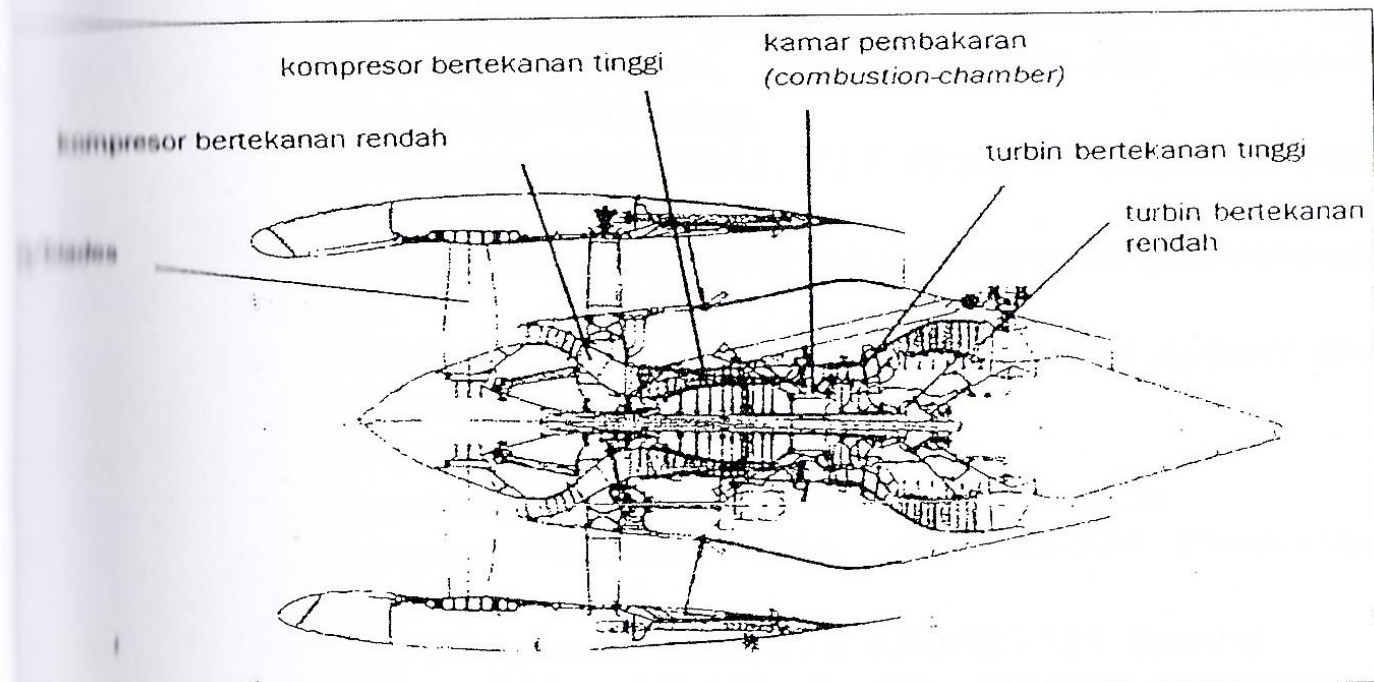
Pesawat yang digerakkan oleh perputaran baling-baling dengan tenaga mesin piston, (reciprocating engines) dengan bahan bakar gas beroktan tinggi. Sebagian besar pesawat-pesawat kecil digerakkan oleh mesin piston.

b. Turboprops Engines (Pesawat Bermesin Baling-Baling)

Pesawat yang digerakkan oleh perputaran baling-baling dengan tenaga mesin turbin.

c. Turbofan/Jet engines (Pesawat bermesin jet)

Mesin turbojet, gerak pesawatnya bukan didapat dari putaran baling-baling, melainkan langsung oleh daya dorong dari tenaga semburan jet. Pesawat yang digerakkan oleh turbo jet biasanya sangat boros.



Gambar 4.8 Penampang turbofan engine GE90 (web.stanford.edu, 2015 [30])

4.4. PERKEMBANGAN PESAWAT TERBANG

Sejak awal kesuksesan Wright bersaudara pada 1903, pesawat dengan fixed-wing (sayap tetap) telah melalui lebih dari 100 tahun penyempurnaan desain.

- a. Diperkenalkannya pesawat “cabin-class”, seperti Douglas DC-3, pada pertengahan 1930-an, mendorong kebutuhan Bandar udara untuk dibangun lebih panjang dan dibangun dengan perkerasan, setelah sebelumnya hanya menggunakan lantai rumput pendek.
- b. Diperkenalkannya pesawat yang dilengkapi mesin turbofan dan turbojet pada akhir 1950-an, menambah persyaratan untuk runway yang lebih panjang dan kuat, fasilitas untuk mengatasi jet-blast (ledakan jet) dan peraturan/kebijakan untuk mengurangi pengaruh kebisingan pesawat pada dan sekitar Bandar udara.

- c. Diperkenalkannya pesawat “turbo-jet” atau “heavy”, seperti Boeing 747, pada akhir 1960-an, menambah persyaratan untuk spesifikasi runway dan juga persyaratan desain area terminal untuk mengakomodasi volume penumpang dan kargo yang jauh lebih besar.
- d. Menjamurnya pesawat jet regional, meningkatkan kebutuhan Bandar udara di banyak daerah untuk memodifikasi area terminal agar dapat mengakomodasi pesawat jet yang lebih besar dan pesawat turbo-prop yang lebih kecil.

Yang paling terbaru adalah diperkenalkannya pesawat dengan kapasitas penumpang terbesar, yaitu Airbus A-380 dan Boeing 747-8. Selain itu, juga muncul generasi terbaru pesawat dengan daya jelajah panjang (long-range aircraft) seperti Boeing 787 dan Airbus A350. Penggunaan pesawat-pesawat ini di masa yang akan datang akan mempengaruhi desain Bandar udara yang telah dibangun saat ini, yaitu dalam hal pertimbangan kapasitas dan dimensi fasilitas sisi udara dan darat, desain perkerasan, serta pertimbangan dampak kebisingan.