

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1 Penelitian Sebelumnya

Fadholi (2013) menyatakan bahwa “Analisis Komponen Angin Landas Pacu (*Runway*) Bandara Depati Amir Pangkalpinang” penghitungan komponen angin dan klasifikasi hasil komponen angin dengan hasil penelitian adalah menunjukkan bahwa dengan asumsi pesawat akan mendarat menggunakan *runway* 34, maka dengan data arah dan kecepatan angin yang tercatat tiap jamnya selama 13 tahun memberikan hasil persentase yang bervariasi tiap bulannya.

Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan penulis yaitu hanya meneliti panjang pada *runway* menggunakan metode ICAO (*International Civil Aviation Organization*) sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan metode *Crosswind* untuk menentukan komponen Angin Landas Pacu (*Runway*).

Ahyudanari dan Seno (2015) menyatakan bahwa “Evaluasi Kekuatan Perkerasan Sisi Udara (*Runway, Taxiway, Apron*) Bandara Juanda dengan Metode Perbandingan ACN-PCN (Studi Kasus Bandara Juanda, Surabaya) pada penelitian ini menggunakan metode ACN-PCN. Permasalahan yang terdapat dalam penelitian ini adalah mengevaluasi kekuatan perkerasan Bandar Udara Juanda dengan menggunakan nilai ACN pesawat-pesawat yang beroperasi dengan nilai PCN dari perkerasan *runway, taxiway* dan *apron*. Sementara hasil penelitian ini diketahui bahwa pesawat dengan *Gross Weight* terbesar yaitu B744 hanya memiliki pergerakan 45 pesawat per tahun.

Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan penulis yaitu hanya meneliti panjang *runway* bandara dengan menggunakan metode ICAO (*International Civil Aviation Organization*) sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan metode ACN-PCN pada perkerasan *runway, taxiway, apron*.

Rahman, dkk (2017) menyatakan bahwa “Perencanaan Ulang Layout *Runway* Bandar Udara Syamsudin Noor Banjarmasin Yang Didasarkan Pada Hasil Analisis Airports Gis Faa. Dilakukan dengan metode Airports GIS (*Airports Geographical Information System*). FAA adalah satuan alat perangkat lunak yang dikembangkan oleh FAA. Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin memenuhi syarat FAA dengan cakupan (*coverage*) angin sebesar 99,87% menggunakan Airports GIS FAA. Pergerakan di Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin mempunyai jumlah sedikit, yaitu 12042 hingga 15027 pesawat pertahun.

Perbedaan antara penelitian di atas dengan penelitian yang penulis lakukan adalah menjelaskan panjang *runway* dengan menggunakan metode ICAO (*International Civil Aviation Organization*) pergerakan di bandara Adisutjipto Yogyakarta mempunyai jumlah pergerakan pesawat yaitu 60.714 hingga 64.995.

Kristiawan, dkk (2017) menyatakan bahwa “Evaluasi Kesesuaian Jadwal Pemeliharaan *Runway* dengan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat di Bandar Udara Juanda. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode Analisis kekuatan perkerasan *runway* dengan menggunakan program bantu COMFAA. Tujuan penelitian Menentukan tebal perkerasan pada *runway* untuk melayani lalu lintas pesawat dalam beberapa tahun kedepan. Hasil output COMFAA digunakan dengan nilai ACN pesawat jenis Boeing 777 yang telah beroperasi di bandar udara Juanda (Surabaya) menunjukkan bahwa nilai PCN belum cukup baik.

Perbedaan yang dilakukan di atas adalah menggunakan metode COMFAA dengan menggunakan nilai PCN sedangkan penulis hanya menggunakan metode ICAO (*Interntional Civil Aviation Organization*).

Elina Tri Wardany, dkk (2016) menyimpulkan bahwa “Analisa Pengembangan Geometri Landasan (Studi Kasus Bandara Husein Sastranegara). Dengan menggunakan aturan FAA dengan metode TPHP (*Typical Peak Hour Passanger*). Pada tahun 2013, 2014, 2015 total pergerakan pesawat komersil sebesar 20760 pergerakan, 21733 pergerakan dan 26742 pergerakan. Sedangkan untuk total pergerakan penumpang 2013, 2014, dan 2015 yaitu sebesar 2.652.914 penumpang, 2.848.267 penumpang, dan 3.240.450 penumpang. Pada tahun rencana yaitu tahun 2020, hasil perencanaan total pergerakan pesawat adalah

sebesar 50987 pergerakan, dan total pergerakan penumpang sebesar 5.419.627 penumpang.

Pada penelitian yang dilakukan yaitu dengan menggunakan metode ICAO (*International Civil Aviation Organization*) pada data tahun 2015, 2016, 2017 dengan total pergerakan pesawat sebesar 64.001 pergerakan, 60.714 pergerakan, dan 64.995 pergerakan. Sedangkan dengan pergerakan penumpang pada tahun 2015,2016,2017 sebesar 5.789.365 penumpang, 6.031.637 penumpang, 6.410.668 penumpang. Penelitian sebelumnya membandingkan TPHP (*Typical Peak Hour Passanger*) pada tahun 2013, 2014, 2015.

Arief setiawan, dkk (2012) menyatakan bahwa “Tinjauan Pengembangan Landasan Pacu Bandar Udara Kasiguncu Kabupaten Poso” metode yang digunakan ada 2 metode yaitu FAA maksudnya menghitung panjang *runway*, terdapat asumsi desain dan beberapa faktor yang dianggap sangat berpengaruh. Metode ICAO panjang *runway* yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan lokal dari suatu Bandar Udara. Dengan kedua metode tersebut maka dapat dihasilkan penelitian ini pengembangan pada tahap 2 menggunakan pesawat rencana Boeing 737–300 menurut FAA membutuhkan panjang landasan pacu sebesar 2.070 m dan lebar 30,48 dan ICAO membutuhkan panjang 2.704 m dan lebar 45,72 m. Dari kondisi pengembangan landasan pacu tahap 2 memiliki panjang 2.100 m dan lebar 45 m sehingga hal ini landasan pacu Bandar Udara Kasiguncu Poso hanya mampu melayani pesawat Boeing 737–300 jika direncanakan menggunakan metode FAA.

Perbandingan penelitian sebelumnya yaitu membandingkan metode FAA dan ICAO untuk menentukan panjang landasan pacu terhadap pesawat boeing 737-300.Sementara itu penelitian penulis menggunakan metode ICAO terhadap *runway* dan perkerasan untuk semua jenis pesawat.

Perdana dan Putra (2017) menyatakan bahwa “Kejadian CROSSWIND Di Landasan Pacu Bandara Supadio Pontianak Tahun 2016. Adapun dalam penelitian ini terdapat 2 metode, Metode pertama adalah metode *windrose* untuk meninjau dominasi angin dan metode kedua menggunakan Perangkat lunak untuk mem-plot diagram *windrose* adalah WR Plot versi 7.1 yang merupakan perangkat lunak open source. Sementara hasil yang di dapat menunjukkan arah angin sepanjang tahun 2016 di Bandara Supadio Pontianak bervariasi. Kejadian angin signifikan

dengan kecepatan lebih dari 7 Knot dominan berasal dari arah selatan, barat daya, dan barat. *Croswind* di Bandara Supadio Pontianak pada tahun 2016 sering terjadi pada bulan Desember dengan arah dominan dari kanan landasan pacu.

Penelitian sebelumnya menggunakan 2 metode yaitu metode *windrose* untuk meninjau angin dan metode kedua memakai perangkat lunak untuk memplot diagram *windrose* WR. Pada penelitian penulis hanya 1 metode ICAO (*International Civil Aviation Organization*) untuk menghitung panjang *runway*.

Suharno dan Moetriono (2012) menyatakan bahwa “Analisis Perpanjangan Landas Pacu (*Runway*) Dan Komparasi Biaya Tebal Perkerasan”. Adapun beberapa metode yang dilakukan dalam penelitian tersebut dibutuhkan metode CBR, FAA dan LCN untuk mengetahui tebal perkerasan perpanjangan *runway*. Panjang *runway* pesawat Air Bus A219 setelah dikoreksi terhadap elevasi, suhu, dan slope berdasarkan *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL) adalah 2528 m dan Estimasi biaya perpanjangan *runway* dari hasil perhitungan perkerasan lentur dengan metode CBR, FAA dan LCN diperoleh biaya terendah memakai metode perkerasan lentur metode FAA yaitu Rp. 4.212.004.400 rupiah.

Penelitian sebelumnya menjelaskan memakai metode CBR, FAA dan LCN untuk mengetahui tebal perkerasan perpanjangan *runway* berbeda dengan penelitian penulis yang hanya menggunakan metode ICAO untuk menentukan panjang *runway* bandara.

Waani, dkk (2013) menyatakan bahwa “Perencanaan Pengembangan Bandar Udara (Studi Kasus: Bandar Udara Sepinggian Balikpapan) dengan metode penelitian FAA (*Federal Aviation Administration*) tujuan penelitian ini melakukan pengembangan lapangan terbang berada di Kota Balikpapan yaitu Bandar Udara Sepinggian, dengan tipe pesawat jenis Boeing 747-400 dan didapatkan hasil penelitian ini adalah Panjang landas pacu yang dibutuhkan untuk pesawat rencana Boeing 747-400 adalah 3.949 meter. Lebar landas pacu yang dibutuhkan adalah 45 meter. Lebar landasan pacu dan ditambah dengan bahu landasan adalah 60 meter. Jarak treshold sampai titik awal exit *taxiway* adalah 2.194,5 meter.

Penelitian sebelumnya menjelaskan pengembangan Bandar Udara Balikpapan menggunakan metode FAA (*Federal Aviation Assosiation*) dengan pesawat jenis 747-400 sedangkan penulis melakukan penelitian terhadap redesain

landasan pacu Bandar Udara Adisutjipto dengan metode ICAO (*International Civil Aviation Organization*)

Amtiran, dkk (2012) menyatakan bahwa “Kajian Perbaikan Patahan Pada *Runway* di Bandar Udara El Tari Kupang” Metode yang digunakan adalah FAA (*Federal Aviation Administration*) pada dasarnya menggunakan statistik perbandingan situasi lokal dari tanah, sistem drainase dengan cara pembebanan berbagai tingkah laku beban. Hasil penelitian *runway* Bandar Udara El Tari Kupang maka sistem drainase yang kurang bagus yang mana kemiringan *runway* hanya 1,60 % – 1.80 % tidak memenuhi syarat dengan standar kemiringan yang telah ditentukan menurut FAA yaitu 2,5 % - 5,0 % dan tidak tersedianya pipa-pipa untuk drainase permukaan bawah menjadi faktor penyebab yang lebih dominan terjadi pada patahan perkerasan *runway*.

Penelitian yang dilakukan diatas mengkaji perbaikan patahan terhadap *Runway* dengan metode FAA (*Federal Aviation Assosiation*) yang diteliti penulis hanya redesain landasan pacu bandara dengan menggunakan metode ICAO (*International Civil Aviation Assosiation*)

Agustini (2016) menyimpulkan bahwa “Perencanaan Pengembangan *Runway* dan *Taxiway* Bandar Udara Juwata – Tarakan” metode yang digunakan adalah FAA (*Federal Aviation Administration*) hasil penelitian ini kondisi eksisting dengan koreksi ARFL terhadap pesawat terpanjang yang beroperasi di Bandara Juwata-Tarakan memiliki landasan 2.250 meter dengan Hasil perhitungan untuk pengembangan panjang landasan pacu (*runway*) yang dibutuhkan untuk tipe pesawat rencana Air bus-330 adalah sepanjang 3.383 meter, dan *touchdown* ke *taxiway* adalah 1.394 meter.

Penelitian sebelumnya menjelaskan pengembangan *runway* dan *taxiway* metode yang digunakan FAA (*Federal Aviation Assosiation*) dan mendapatkan panjang landasan 3.383 meter dengan pesawat rencana A-330. Sedangkan penulis melakukan penelitian terhadap redesain landasan pacu dengan menggunakan metode ICAO (*International Civil Aviation Organization*)

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Pengertian Bandar Udara

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Tahun 2010 Tentang Tatahan Kebandarudaraan Nasional, Bandar Udara adalah kawasan di daratan atau perairan dengan batasan-batasan tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan moda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan penunjang lainnya, yang terdiri atas Bandar Udara umum dan Bandar Udara khusus, yang selanjutnya Bandar Udara umum disebut dengan Bandar Udara.

Bandar udara adalah wilayah tertentu di darat atau air (termasuk bangunan, instalasi, dan peralatan) yang dimaksudkan untuk digunakan, baik seluruhnya atau sebagian, untuk kedatangan, keberangkatan, dan pergerakan darat pesawat. Secara umum, pengembangan Bandar udara sering disebut dengan master plan (rencana induk) Bandar udara. Master plan Bandar udara merupakan dokumen yang menunjukkan perkembangan bandara agar dapat sesuai dengan kebutuhan dimasa depan.

Kerumitan dan ukuran dari master plan bandara bergantung pada ukuran bandara itu sendiri. Sebelum tahun 1960-an rencana induk Bandara dikembangkan berdasarkan kebutuhankebutuhan penerbangan lokal. Namun sesudah tahun 1960-an rencana tersebut telah digabungkan ke dalam suatu rencana induk Bandara yang tidak hanya memperhitungkan kebutuhan-kebutuhan di suatu daerah, wilayah, provinsi atau negara. Agar usaha-usaha perencanaan Bandara untuk masa depan berhasil dengan baik. Rencana induk Bandar udara direncanakan untuk jangka waktu 20 tahun.

Bandara atau bandar udara yang juga populer disebut dengan istilah airport merupakan sebuah fasilitas di mana pesawat terbang seperti pesawat udara dan helikopter dapat lepas landas dan mendarat. Suatu bandar udara yang paling sederhana minimal memiliki sebuah landasan pacu atau helipad (untuk pendaratan helikopter), sedangkan untuk bandara-bandara besar biasanya dilengkapi berbagai fasilitas lain, baik untuk operator layanan penerbangan maupun bagi penggunanya seperti bangunan terminal dan hanggar. Menurut Annex 14 dari ICAO

(*International Civil Aviation Organization*) : Bandar udara adalah area tertentu di daratan atau perairan (termasuk bangunan, instalasi dan peralatan) yang diperuntukkan baik secara keseluruhan atau sebagian untuk kedatangan, keberangkatan dan pergerakan pesawat.

Definisi bandar udara menurut PT (Persero) Angkasa Pura I adalah lapangan udara, termasuk segala bangunan dan peralatan yang merupakan kelengkapan minimal untuk menjamin tersedianya fasilitas bagi angkutan udara untuk masyarakat. Pada masa awal penerbangan, bandara hanyalah sebuah tanah lapang berumput yang bisa didarati pesawat dari arah mana saja tergantung arah angin.

Bandar udara atau bandara memiliki pengertian yang berasal dari kata "bandar" (tempat berlabuh) dan "udara". Bandar udara diartikan sebagai "suatu tempat di darat atau di air di mana pesawat udara dapat mendarat untuk menurunkan atau mengangkut penumpang dan barang, mengadakan perbaikan atau mengisi bahan bakar.(G&G Meriem Company (1959)). Maka, arsitektur bandara dapat diartikan sebagai suatu wadah yang berfungsi menampung perpindahan orang atau barang dari suatu mode angkutan ke kendaraan udara atau sebaliknya. Di dalamnya menyangkut bangunan terminal (terminal building), tempat parkir pesawat terbang (*apron*), parkir kendaraan darat, jalan, jalur hijau. Sedangkan definisi bandar udara menurut PT (persero) Angkasa Pura adalah "lapangan udara, termasuk segala bangunan dan peralatan yang merupakan kelengkapan minimal untuk menjamin tersedianya fasilitas bagi angkutan udara untuk masyarakat".

Berdasarkan klasifikasi atau status bandara, menurut pelayanannya sesuai dengan rute penerbangan dan peranan pemerintah dapat dibedakan atas: bandara internasional, bandara domestik, bandara internasional dan domestik. Status bandara berpengaruh pula terhadap panjang landasannya yang sesuai dengan jelajah pesawat terbangnya. Berdasarkan sumber (Ditjen Perhubungan Udara), panjang minimal landasan yang dimiliki bandara sesuai dengan klasifikasinya, yakni bandara internasional 2.350 m, bandara pusat utama 1.850 m, bandara propinsi 1.250 m, dan bandara perintis 750 m.

2.2.2. Fungsi Bandar Udara

Terminal Bandar udara digunakan untuk pemrosesan penumpang dan bagasi untuk pertemuan dengan pesawat dan moda transportasi darat. Bandara udara juga digunakan untuk penanganan pengangkutan barang (*cargo*).

Pentingnya pengembangan sub sector transportasi udara yaitu:

1. Mempercepat arus lalu lintas penumpang, kargo dan servis melalui transportasi udara di setiap pelosok Indonesia.
2. Mempercepat wahana ekonomi, memperkuat persatuan nasional dalam rangka menetapkan wawasan nusantara.
3. Mengembangkan transportasi yang terintegrasi dengan sector lainnya serta memperhatikan kesinambungan secara ekonomis.

2.2.3. Klasifikasi Bandar Udara

Berdasarkan kegiatan perancangan, bandar udara diklasifikasikan berdasarkan pesawat yang dapat melayani. Di bandar udara, terdapat berbagai pesawat dengan lebar yang bervariasi, mulai dari pesawat kecil (*small general aviation*) hingga pesawat besar (*heavy air transport aircraft*). Bandar udara yang dirancang berdasarkan pesawat kritis (*critical*) atau pesawat rencana (*design*). mendefinisikan pesawat kritis, yaitu pesawat yang setidaknya beroperasi (*landing* atau *take off*) sebanyak 500 kali atau lebih di bandar udara selama satu tahun.

Karakteristik dimensi dan performa pesawat kritis menentukan Airport Reference Code. Airport Reference Code merupakan sistem kode yang digunakan terkait dengan kriteria desain dan karakteristik fisik dari pesawat dalam pengoperasian bandar udara (Sartono, dkk., 2016). Klasifikasi yang digunakan berdasarkan ICAO dan FAA.

Kapasitas pelayanan merupakan kemampuan bandar udara untuk melayani jenis pesawat udara terbesar dan jumlah penumpang/barang yang meliputi:

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).

Aeroplane Refence Field Length (ARFL) merupakan perkiraan panjang *runway* yang dibutuhkan untuk take off sebuah pesawat pada kondisi *maximum take off weight* (MTOW) atau berat maksimum pada saat take off, pada muka air laut, temperatur 15°C dan kelandaian nol persen. Klasifikasi ARFL menurut ICAO ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 ICAO Aerodrome Reference Code (ICAO, 2013)

Code Number	ARFL	Code Letter	Wingspan	Outer Main Gear Wheel Span ^a
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

^aJarak terluar antara ujung – ujung roda utama pesawat

Contoh klasifikasi pesawat berdasarkan *Aerodrome Reference Code* yang dikeluarkan oleh ICAO, disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Contoh Pesawat berdasarkan ICAO *Aerodrome Reference Code*

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 (2010) menggunakan dua penanda *Airport Reference Code* yang meliputi sebagai berikut :

1. Kategori berdasarkan *aircraft approach category* yang ditunjukkan pada Tabel 2.3., yaitu kecepatan pesawat pada saat *landing*, yang didefinisikan sebagai $1,3 \times \textit{stall speed}$ (kehilangan daya angkat) pada konfigurasi pendaratan.
2. Nomor grup yang memperhitungkan *tail height* (tinggi ekor) dan *wingspan* (lebar sayap) pesawat yang ditunjukkan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.3 Aircraft Approach Category (FAA, 2014)

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

^b 1 knot = 1,85 km/jam

Tabel 2.4 Airplane Design Group (FAA, 2014)

Nomor Grup	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

2.2.4. Jenis Bandar Udara

1. Bandar Udara Domestik

sebuah bandara yang hanya menangani penerbangan domestik atau penerbangan di negara yang sama. Bandara domestik tidak memiliki fasilitas bea cukai dan imigrasi dan tidak mampu menangani penerbangan menuju atau dari bandara luar negeri. Bandara tersebut memiliki landasan yang hanya dapat

menangani Pesawat jarak pendek/menengah dan lalu lintas regional. Beberapa negara, bandara jenis itu tidak memiliki pemeriksaan keamanan akan tetapi pemeriksaan seperti itu telah diadakan beberapa tahun belakangan ini.

2. Bandar Udara Internasional

merupakan sebuah bandar udara yang dilengkapi dengan fasilitas Bea dan Cukai dan Imigrasi untuk menangani penerbangan internasional menuju dan dari negara lainnya. Bandara sejenis itu umumnya lebih besar, dan sering memiliki landasan lebih panjang dan fasilitas untuk menampung pesawat besar yang sering digunakan untuk perjalanan internasional atau antarbenua. Bandara internasional sering menangani penerbangan domestik (penerbangan yang terjadi di satu negara) juga penerbangan internasional. Di beberapa negara kecil kebanyakan bandar udara merupakan internasional, sehingga konsep suatu "bandara internasional" memiliki makna kecil. Di negara-negara tersebut, terdapat sebuah sub-kategori bandar udara internasional terbatas yang menangani penerbangan internasional, tetapi terbatas pada tujuan jarak pendek (umumnya karena faktor geografi) atau campuran bandara sipil/militer.

3. Bandar Udara Regional

merupakan sebuah bandar udara yang melayani lalu lintas di daerah geografi berpopulasi relatif kecil. Sebuah bandara regional umumnya tidak memiliki fasilitas Bea dan Cukai dan Imigrasi untuk memproses lalu lintas antarnegara. Pesawat yang menggunakan

2.2.5. Aktivitas Bandara

Bandar udara merupakan suatu fasilitas sebagai perantara (*interface*) antara transportasi udara dengan transportasi darat, yang secara umum fungsinya sama dengan terminal, yakni sebagai :

1. Tempat pelayanan bagi keberangkatan/kedatangan pesawat.
2. Untuk bongkar/muat barang atau naik/turun penumpang.
3. Tempat perpindahan (*interchange*) antar moda transportasi udara dengan moda transportasi yang sama (transit) atau dengan moda transportasi yang lainnya.
4. Tempat klasifikasi barang/penumpang menurut jenis, tujuan perjalanan, dan lain - lain.

5. Tempat untuk penyimpanan barang (*storage*) selama proses pengurusan dokumen.

Sebagai tempat untuk pengisian bahan bakar, perawatan dan pemeriksaan kondisi pesawat sebelum dinyatakan layak untuk terbang.

2.2.6. Runway (Landas Pacu)

Runway atau landasan pacu adalah fasilitas bandara yang sangat penting untuk mendarat dan lepas landasnya pesawat. Landas pacu adalah area persegi dipermukaan bandara yang disiapkan untuk *take off* dan *landing* pesawat, tanpa landas pacu yang di rencanakan dan dikelola dengan baik, pesawat tidak akan dapat menggunakan bandara.

Runway komponen pokok dalam bandar udara yang digunakan untuk *landing* dan *takeoff*. Elemen – elemen landasan pacu antara lain:

- a. Perkerasan struktur untuk tumpuan pesawat udara.
- b. Bahu landasan pacu berbatasan dengan perkerasan struktur, guna sebagai penahan erosi yang mengakibatkan air dari semburan mesin jet, serta melayani perawatan landasan.
- c. Keamanan landas pacu (*runway safety area*) yang terbagi dari struktur perkerasan, landasan bahu, dan area bebas halangan.
- d. *Blast pad*, area yang direncanakan untuk mencegah erosi pada permukaan yang terbatas dengan ujung landasan.

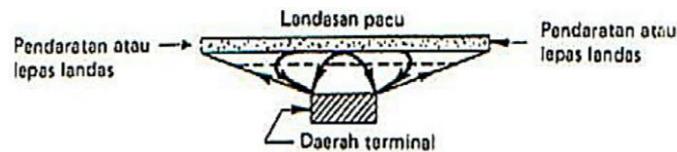
Kelengkapan data yang merupakan penilaian meliputi *runway designation / number* yang merupakan nomor yang menunjukkan penomoran landas pacu dan arah kemiringan landasan pacu tersebut. Data ini merupakan data yang ditetapkan sejak awal perencanaan dan pembangunan Bandara..

Jarak untuk tempuh *taxiway* yang disingkat mungkin dari terminal ke ujung *runway* dan untuk memperkecil jarak tempuh yang sesingkat mungkin bagi pesawat yang mendarat, maka memerlukan konfigurasi suatu bandara yang tepat. Konfigurasi *runway* ada terbagi 5 macam dan seringkali itu merupakan kombinasi dari beberapa macam konfigurasi dasar, yaitu:

1. Single Runway

Bandar udara dengan landas pacu tunggal dengan jumlah operasi *take-off* dan *landing* kurang lebih sama dalam setiap arah yang ditentukan. Jarak landas

hubung yaitu sama, kedua ujung landas pacu dapat dipakai untuk lepas *take-off*. Selain itu terminal juga dekat untuk pendaratan setiap arah.

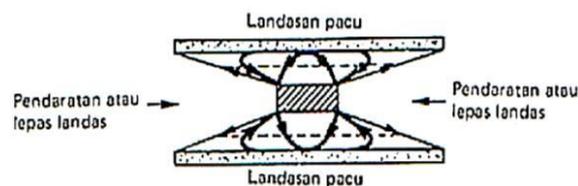


Gambar 2.1 Konfigurasi *Single Runway*

Sumber : Robert Horonjeff. *Planning dan Design of Airport*.

2. *Parallel Runway*

Kapasitas landasan pacu paralell *runway* tergantung jumlah landasan pacu dan jarak antara landasan pacu dengan jumlah landasan Pacu yang umum berjumlah dua, tiga dan empat. Jarak antara paralel landasan pacu yaitu dipengaruhi oleh kapasitas sistem bandara keberangkatan dan kedatangan.

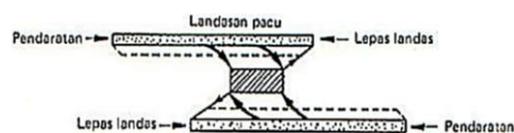


Gambar 2.2 Konfigurasi *Parallel Runway*

Sumber : Robert Horonjeff. *Planning dan Design of Airport*.

3. *Staggered Parallel Runway*

Konfigurasi untuk bandar udara yang mempunyai landas pacu khusus yang digunakan untuk melakukan pendaratan saja, demikian juga yang satunya hanya dipakai untuk lepas landas saja. Keuntungan untuk konfigurasi *staggered parallel runway* dibandingkan dengan *parallel runway* diatas adalah terdapat pengurangan jarak landas hubung yang baik untuk lepas landas maupun untuk mendarat. Kekurangan adalah dibutuhkan lahan yang sangat luas.

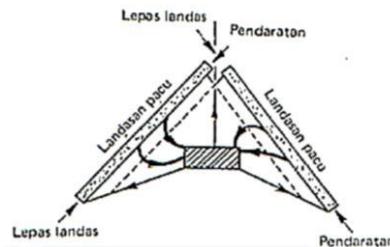


Gambar 2.3 Konfigurasi *Staggered Parallel Runway*

Sumber : Robert Horonjeff. *Planning dan Design of Airport*.

4. *Opening V Runway*

Konfigurasi opening v runway ditetapkan pada bandar udara yang mempunyai arah angin yang lemah dan menyebabkan memerlukan landasan pacu lebih dari satu arah dengan meletakkan terminal ditengah. Jika tiupan angin lemah maka pengendali lalu lintas udara dapat memanfaatkan kedua landasan pacu tersebut untuk mendarat dan lepas landas.



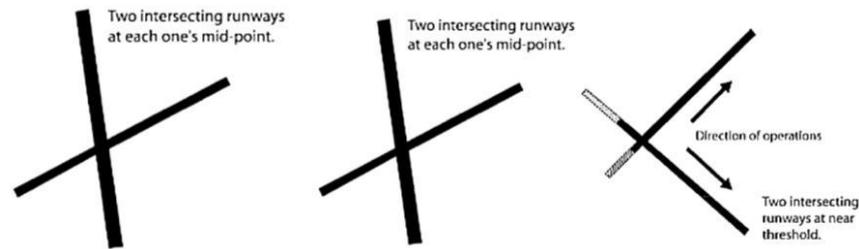
Gambar 2.4 Konfigurasi *Opening V Runway*

Sumber : Robert Horonjeff. *Planning dan Design of Airport*.

5. *Intersection Runway*

Suatu bandar udara memiliki lebih dari satu landasan pacu, dua atau lebih landasan pacu dalam arah yang lain, berpotongan satu sama lain, disebut sebagai landasan pacu potongan (*intersection runway*). Konfigurasi landasan ini memerlukan ketika angin sangat kuat terjadi apabila lebih dari satu arah, sehingga *cross-winds* berlebihan ketika hanya satu landasan pacu yang dapat disediakan.

Ketika angin sangat kuat, hanya satu landasan pacu *intersection runway* yang dapat digunakan, dan ini dapat mengurangi kapasitas lapangan terbang secara substansial. Apabila angin bertiup lemah (kurang dari 20 knots atau 13 knots), kedua landasan pacu tersebut dapat digunakan secara bersama. Kapasitas dua landasan yang bersilang tergantung di bagian mana landasan itu bersilangan (di tengah, di ujung), serta cara operasi penerbangan yaitu strategi dari pendaratan dan lepas landas. Kapasitas landasan dapat ditentukan dari jarak persilangan terhadap titik awal lepas landas. Semakin dekat jarak persilangan dari titik awal lepas landas maka semakin besar kapasitas yang dapat dicapai.



Gambar 2.5 Konfigurasi *Intersection Runway*

Sumber : http://virtualskies.arc.nasa.gov/airport_design/5.html (10 Maret 2019)

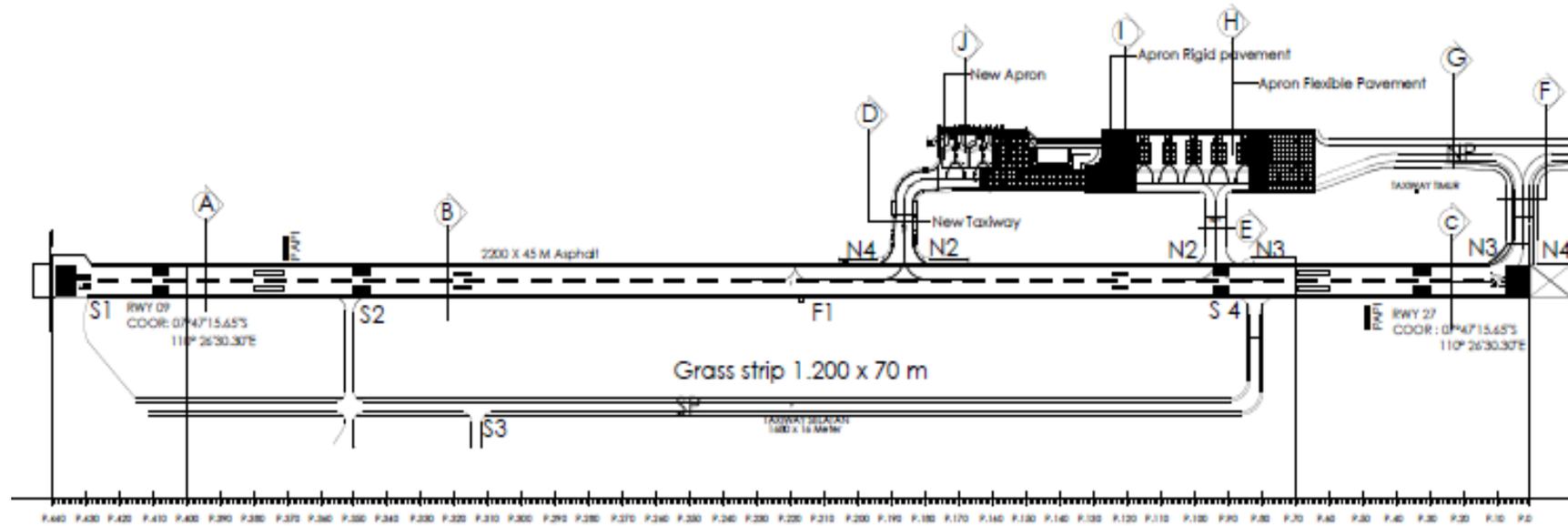
Dalam merencanakan landas pacu (*runway*) dapat diatur secara ketat mengenai panjang, lebar, orientasi (arah), konfigurasi, kemiringan / kelandaian, dan tebal perkerasan *runway*. *Runway* dapat difasilitasi oleh sistem marka (*marking*), sistem pencahayaan (*lighting*), dan rambu-rambu (*signs*) untuk mengidentifikasi *runway* dan memberikan panduan arah kepada pilot saat pesawat lepas landas, dan anjang-ancang mendarat. Elemen dasar *runway* meliputi perkerasan, bahu *runway*, *runway strip*, *blast pad* (buangan semburan mesin), *runway and safety area (RESA)*, *stopway* dan *clearway*. Fasilitas ini mempunyai beberapa bagian yang masing-masing mempunyai persyaratan tersendiri (Sartono, dkk, 2016).

Terdapat beberapa bagian penting pada landasan pacu (*runway*) yaitu:

1. *Runway shoulder* / bahu landasan adalah area batas pada akhir tepi perkerasan *runway* yang disiapkan untuk menahan erosi dari hembusan jet dan sebagai jalur *ground vehicle* (kendaraan darat) untuk pemeliharaan dan keadaan darurat untuk penyediaan daerah mengalihkan antara bagian perkerasan dan *runway strip*.
2. RESA (*Runway and safety area*). suatu daerah simetris yang merupakan panjang dari garis tengah *runway* dan dibatasi bagian ujung (*runway strip*), yang dituju untuk mengurangi risiko kerusakan pada pesawat yang sedang menjauhi atau mendekati *runway* saat melakukan kegiatan *take off* (lepas landas) ataupun *landing* (mendarat).
3. *Clearway* adalah suatu daerah tertentu di ujung *runway* tinggal landas yang dapat di permukaan tanah ataupun permukaan air, di bawah pantauan operator Bandar udara, yang dipilih dan ditujukan sebagai daerah yang

aman untuk pesawat saat mencapai ketinggian yang ditentukan. *Clearway* juga merupakan daerah bebas terbuka yang disediakan untuk melindungi pesawat saat melakukan *maneuver* pendaratan maupun lepas landas.

1. *Stopway* adalah suatu area tertentu yang berbentuk segiempat yang ada di permukaan tanah di akhir runway bagian landing (tinggal landas) yang telah disiapkan sebagai tempat berhenti pesawat saat terjadi pembatalan kegiatan tinggal landas.
2. *Turning area* adalah bagian dari runway yang digunakan untuk pesawat melakukan gerakan mutar, baik untuk membalikan arah pesawat, maupun gerakan pesawat saat parkir di *apron*.
3. *Runway strip* adalah luasan tanah yang diratakan dan dibersihkan tanpa ada benda yang mengganggu yang dimensinya tergantung pada panjang *runway* dan jenis instrument pendaratan (*precision approach*).
4. *Holding bay* adalah area yang ditujukan agar pesawat dapat melakukan penantian atau menyalip untuk mendapatkan efisiensi gerakan permukaan pesawat.



Keterangan Tahun Konstruksi:

A : Runway 09

B : Runway 09

C : Runway 27

D : Taxiway N4 => N2 (Tahun 2016/2017)

E : Taxiway N2 => N3

F : Taxiway N3 => N4

G : Taxiway NP

H : Apron Terminal A (Flexible Pavemen)

I : Apron Terminal A (Rigid Pavement)

J : Apron Terminal B (Rigid Pavement)

(Tahun 2016/2017)

Gambar 2.6 Layout Bandara

2.2.7. Perencanaan Landasan Pacu Berdasarkan Metode ICAO

Dalam penyelenggara, tercapainya fungsi dan layanan bandar udara dengan optimum, maka dibutuhkan perencanaan fasilitas – fasilitas pada bandar udara secara baik. salah satunya adalah perencanaan landasan pacu (*runway*). yang telah disebutkan sebelumnya, landasan pacu pada bandar udara harus direncanakan sebaik mungkin dengan standar yang berlaku dan mempertimbangkan beberapa faktor yang mempengaruhi perencanaan. Faktor – faktor yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Analisis angin

Pada standar ICAO analisis angin adalah hal yang dasar dalam perencanaan landasan pacu. Bagaimana kondisi angin tersebut dapat dari pengukuran di lapangan terhadap arah angin dominan di suatu lokasi bandar udara. Landasan pacu harus dapat mungkin searah dengan arah angin yang paling dominan. Dalam standar ICAO disebutkan setidaknya landasan pacu harus diorientasikan pada arah angin yang tidak lebih kecil dari 95%, dengan komponen angin 37 km/jam atau 20 knot pada landasan pacu dengan panjang lebih besar dari 1500 meter. Sedangkan untuk landasan pacu dengan panjang 1200 hingga 1500 meter kecepatan komponen angin yang disyaratkan adalah 24 km/jam atau 13 knot, dan untuk landasan pacu sepanjang kurang dari 1200 meter disyaratkan kecepatan angin sebesar 19 km/jam atau setara dengan 10 knot. Setelah didapatkannya data angin di lapangan, maka data tersebut diplotkan pada mawar angin atau *wind rose* guna mengetahui arah landasan pacu yang sesuai dan melakukan penomoran pada landasan pacu.

2. Pesawat Terbang Rencana

Pesawat terbang rencana adalah sebuah pesawat paling besar yang beroperasi pada bandar udara terkait, yang mana jenis pesawat terbang rencana memiliki *Aerodrome References Code* yang sudah ada standar yang memiliki karakteristik dan spesifikasi masing – masing pesawat terbang rencana. Karakteristik dan spesifikasi pesawat terbang rencana sangat pengaruh pada perencanaan geometrik landasan pacu, seperti dimensi panjang dan lebar dari landasan pacu.

3. *Aerodrome References Code*

Aerodrome References Code adalah sistem kode jenis pesawat yang digunakan oleh metode ICAO untuk mempermudah dalam membaca dan dipahami spesifikasi pesawat. Dimana dalam pemberian kode setiap jenis pesawat memiliki satu kode angka dan satu kode huruf sesuai dengan spesifikasi yang dimiliki oleh masing – masing tipe jenis pesawat, seperti ARFL (*Aeroplane Reference Field Length*) yang merupakan panjang yang dibutuhkan pesawat untuk melakukan *landing* dan *take-off*. Setiap kode baik kode huruf ataupun angka dalam *Aerodrome References Code* memiliki pengaruh yang cukup banyak dalam desain geometrik landasan pacu, diantaranya adalah pada perencanaan panjang, lebar dan kemiringan landasan pacu.

4. Lalu lintas penerbangan

Lalu lintas penerbangan pada suatu bandara mempengaruhi jumlah landasan pacu pada suatu bandara. *Airport Planning Manual Part 1* yang telah dikeluarkan oleh ICAO bahwa jika lalu lintas pada suatu bandar udara meningkat dan melebihi kapasitas landasan pacu eksisting, maka diperlukan bertambahnya landasan pacu untuk melayani seluruh pesawat yang beroperasi pada bandar udara.

5. Lingkungan

Kondisi lingkungan bandara memiliki pengaruh terhadap perencanaan panjang landasan pacu. kondisi lingkungan yang dimaksud adalah suhu dan pada ketinggian di atas muka air. Kedua tersebut erat kaitannya dengan koreksi panjang landasan pacu tersebut.

2.2.8. Taxiway (Penghubung Landas Pacu)

Taxiway adalah jalur yang dirancang untuk bandara yang menggunakan sebagai jalur keluar pesawat dari *runway* menuju *apron*. Beberapa penjelasan bagian pada *taxiway* (Sartono, dkk, 2016).

1. *Aircraft stand taxilane*, bagian dari *apron* yang ditujukan sebagai *taxiway* dan memiliki tujuan untuk menyediakan akses menuju tempat parkir pesawat.
2. *Apron taxiway*, bagian dari sistem *taxiway* yang bertujuan untuk menyediakan rute pesawat untuk menyebrangi *apron*.

3. *Rapid exit taxiway*, sebuah jalur dihubungkan antara *taxiway* dan *runway* dengan sudut tajam yang telah dirancang untuk keluar bagi pesawat yang mendarat dengan kecepatan yang lebih tinggi.

2.2.9. Apron (Parkir Pesawat)

Apron adalah area bandara yang bertujuan untuk akomodasi pesawat untuk menaikkan dan menurunkan penumpang, barang, kargo, mengisi bahan bakar, parkir dan perawatan pesawat. *Apron* telah dirancang dengan sesuai kebutuhan dan karakteristik, beberapa pertimbangannya adalah sebagai berikut (Sartono, dkk, 2016).

1. Menyediakan jarak paling pendek antara landasan pacu dan tempat pesawat berhenti.
2. Memberikan keleluasaan pergerakan pesawat untuk melakukan maneuver sehingga mengurangi tundaan.
3. Memberikan cadangan cukup daerah untuk pengembangan.
4. Memberikan efisiensi, keamanan secara maksimum.
5. Meminimalkan dampak lingkungan.

Tipe *Apron*

1. *Apron* Cargo

Adalah *Apron* yang berdekatan dengan gedung kargo untuk melayani pesawat-pesawat yang khusus mengangkut kargo dan dilokasikan area yang cukup luas untuk akomodasi sebanyak mungkin pesawat-pesawat yang dapat diparkir

2. *Apron* Terminal

Adalah *Apron* yang dipergunakan bagi manufer pesawat dan juga parkir pesawat dekat terminal dan area ini adalah daerah dimana penumpang dapat naik dan turun pesawat. Area ini juga dilengkapi berbagai fasilitas pengisian bahan bakar ataupun fasilitas perawatan kecil

3. *Apron Parkir*

Kadang suatu bandar udara yang memerlukan *Apron parkir* yang agak terpisah, pesawat dapat parkir dalam waktu yang lebih lama, dapat digunakan selama *Crew* pesawat beristirahat atau karena memerlukan perbaikan kecil terhadap pesawat tersebut.

4. *Apron Hanggar dan Apron Service*

Adalah areal didekat hanggar perbaikan yang digunakan untuk perbaikan ringan. Sedangkan *Apron hanggar* adalah area tempat dimana pesawat masuk keluar *hangar*

5. *Isolated Apron*

Adalah *Apron* yang diperuntukkan pesawat-pesawat yang perlu diamankan, misalnya yang dicurigai membawa bahan peledak, lokasinya agak diletakkan jauh dari *Apron* biasa ataupun dari Bandara dan bangunannya

2.2.10. Perhitungan Runway Berdasarkan Metode ICAO

a. perhitungan Panjang Runway (ICAO)

Panjang *runway* dihitung dengan perhitungan ICAO, ketika tidak tersedia manual karakteristik performa pesawat rencana. Panjang *runway* didapatkan dengan memperhitungkan factor koreksi umum, yaitu sebagai berikut:

1. *Basic runway length (panjang runway dasar)*

Di tentukan berdasarkan asumsi kondisi di bandar udara, yaitu sebagai berikut:

- a. Ketinggian bandara berada pada ketinggian muka air laut
- b. Temperatur pada bandar udara adalah temperatur standar 15 C (59 F)
- c. *Runway* rata-rata tidak mempunyai kemiringan ke arah longitudinal
- d. Tidak ada angin yang berembus di *runway*
- e. Pesawat yang muatan kapasitas penuh
- f. Tidak ada angin yang berembus ke tempat tujuannya
- g. Temperatur jelajah pesawat adalah temperatur standar

2. *Panjang runway yang disyaratkan*

Panjang *runway* yang disyaratkan dapat ditentukan dengan menggunakan *basic runway length* (panjang *runway* dasar) dan mengalikan dengan angka

koreksi untuk setiap perubahan elevasi, temperatur, dan *runway gradient* (kelandaian *runway*) di lokasi *runway* dibangun

a. Koreksi elevasi

Saat elevasi *runway* meningkat, maka kerapatan udara menurun. Hal ini mengurangi gaya angkat pada sayap pesawat dan pesawat butuh kecepatan di permukaan (*ground speed*) yang lebih besar sebelum dapat naik ke udara. Untuk memfasilitasi peningkatan elevasi tersebut. Koreksi elevasi dibuat dengan kenaikan 7 persen setiap 300 m (1.000 feet) di atas muka air laut.

$$F_e = 1 + 0,07 \times \frac{h}{300} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan : F_e = koreksi untuk elevasi

H = elevasi bandar udara (m)

b. Koreksi untuk temperatur

Kenaikan temperaur bandar udara (*airport reference temperature*) menyebabkan pengaruh yang sama seperti kenaikan dalam elevasi. Koreksi akibat temperature adalah kenaikan 1 persen setiap 1 C temperature referensi bandar udara melebihi temperature atmosfer (15 C) untuk suatu elevasi. 1.000 m kenaikan elevasi bandar udara di atas muka air laut. Temperature berkurang 5,5 C hingga rumusan untuk koreksi untk temperature menjadi:

$$F_t = 1 = 0,01 \times [(T_t - (15 - 0.0065 \times h)] \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan : F_t = koreksi untuk temperature

T_t = temperatur bandara/aerodrome (C)

h = elevasi bandara udara (m)

c. Koreksi untuk kelandaian (*gradient*)

Effective gradient (kelandaian efektif) perbedaan elevasi maksimum antara titik tertinggi dan terendah di garis tengah *runway* dibagi dengan panjang total *runway*. Pesawat membutuhkan energi yang lebih ketika *take off* pada *runway* yang lebih curam sehingga semakin panjang *runway* yang diperlukan untuk mencapai kecepatan permukaan yang diinginkan. *Runway* harus dikoreksi 10 persen untuk setiap kelandaian sebesar 1 persen dari *effective gradient*. Rumus koreksi kelandaian (*gradient*) menjadi:

$$F_g = 1 + 0,1 \times G \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan : F_g = koreksi untuk kelandaian (*gradient*)

G = *gradient* efektif *runway* (%)

Dengan memperhatikan koreksi koreksi di atas, panjang *runway* aktual atau panjang *runway* rancangan dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$L_a = L_b \times F_e \times F_t \times F_g \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan : L_a = panjang aktual *runway* (m)

L_b = panjang *basic runway* (m)

F_e = koreksi untuk elevasi

F_t = koreksi untuk temperatur

F_g = koreksi untuk kelandaian (*gradient*)

Koreksi koreksi di atas adalah cara mendekati sumber terbaik untuk informasi mengenai berupa panjang *runway* adalah dari manual operasi penerbangan (*flight operations manuals*) pada pesawat yang digunakan. Dalam merencanakan bandar udara, *runway* harus cukup panjang untuk mengakomodasi pesawat yang membutuhkan panjang *runway* yang paling besar.

2.2.11. Komponen Berat Pesawat

Dalam merencanakan bandar udara beban pesawat diperlukan untuk menentukan perkerasan *runway*, *taxiway*, dan *apron* yang dibutuhkan. Selain itu, beban pesawat diperlukan untuk menghitung kebutuhan panjang *runway*. Beberapa jenis beban pesawat yang berhubungan dengan pengoperasian pesawat antara lain:

a. *Operating Weight Empty, OWE* (Berat Operasi Kosong)

Merupakan beban dasar pesawat, termasuk awak pesawat dan peralatan pesawat, tapi tidak termasuk muatan (*payload*) dan bahan bakar terkadang *Operating Weight Empty* tidak tetap untuk pesawat pesawat komersial dengan jenis yang sama karena besarnya tergantung pada konfigurasi tempat duduk.

b. *Payload* (muatan)

Beban yang dihitung akan mendapatkan hasil pendapatan bagi perusahaan maskapai penerbangan. Termasuk didalamnya penumpang, barang, surat-surat, dan kelebihan bagasi. *Maximum payload* adalah muatan maksimum yang diizinkan untuk diangkut oleh tipe pesawat tertentu. Di Indonesia Hal ini diatur

oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, sertifikat muatan maksimum bisa untuk penumpang/barang, bisa campuran keduanya, dan hal ini tercantum dalam izin yang telah dikeluarkan. Beban maksimum ini merupakan selisih antara berat bahan bakar kosong (*ZFW*) dan berat operasi kosong (*OWE*)

c. *Zero Fuel Weight, ZFW (Berat Bahan Bakar Kosong)*

Merupakan beban maksimum yang terdiri dari atas berat operasi kosong, beban penumpang dan barang.

d. *Maximum Taxi Weight, MTW (Berat Taksi Maksimum)*

Merupakan beban maksimum untuk melakukan gerakan atau berjalan dari parkir pesawat ke pangkal *runway*, selama melakukan gerakan ini maka akan terjadi pembakaran bahan bakar sehingga pesawat akan kehilangan berat.

e. *Maximum Take Off Weight, MTOW (Berat Maksimum Lepas Landas)*

Merupakan beban maksimum pada awal lepas landas sesuai dengan bobot pesawat dan syarat kelayakan penerbangan.

f. *Maximum Landing Weight, MLW (Berat Maksimum Pendaratan)*

Merupakan beban maksimum pada saat roda pesawat menyentuh lapis keras (mendarat) sesuai dengan bobot pesawat dan syarat kelayakan penerbangan. Informasi mengenai komponen berat pada pesawat biasanya disediakan oleh pabrik pembuat pesawat tersebut dalam *aircraft characteristic manual* (manual karakteristik pesawat) untuk perencanaan bandar udara. Kekuatan perkerasan (*pavement strenghths*) suatu bandar udara dirancang berdasarkan *Maximum Take Off Weight* (MTOW), dengan *landing gear* (roda pendaratan) dan konfigurasi beban dari pesawat kritikal yang akan digunakan.

Bahan bakar pesawat yang diperlukan dalam beroperasi terdiri atas dua komponen, yaitu sebagai berikut.

a. *Trip-fuel (bahan bakar diperlukan untuk perjalanan)*

Bahan bakar ini bergantung pada jarak yang akan ditempuh pesawat ketinggian jelajah, dan *payload*.

b. *Fuel-reserve (bahan bakar cadangan)*

Bahan ini merupakan bahan bakar cadangan yang diperlukan untuk cadangan terbang ke bandar udara alternatif. Bahan bakar ini jumlahnya ditentukan oleh peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara (di indonesia).

Bahan bakar cadangan ini tergantung pada jarak bandar udara. Waktu tunggu untuk mendarat, dan jarak penerbangan kembali ke bandar udara asal (untuk penerbangan internasional).

Berdasarkan penjelasan tersebut, diketahui berat pesawat terdiri atas *Operating Weight Empty* (berat operasi kosong) ditambah tiga komponen:

- a. *Payload* (muatan)
- b. *Trip-fuel* (bahan bakar perjalanan)
- c. *Fuel reserve* (bahan bakar cadangan)

Pada saat mendarat, berat pesawat (*MLW*) terdiri atas *Operating Weight Empty* (*OWE*), *payload*, dan *fuel reserve*, dengan anggapan pesawat tidak mendarat ke bandar udara alternatif, melainkan ke bandar udara tujuan. Besarnya *MLW* tidak boleh melebihi berat lepas landas.

Berat lepas landas terdiri atas berat waktu mendarat (*MLW*) ditambah dengan *trip fuel*. Berat ini tidak boleh melebihi *Maximum Take Off Weight* (*MTOW*)

2.2.12. Karakteristik Pesawat Terbang

1. Standar dimensi

Istilah penting yang terkait dengan dimensi pesawat terbang, antara lain :

- a. *Length* (panjang) sebuah pesawat terbang yaitu jarak dari ujung depan badan pesawat, sampai ke ujung belakang ekor pesawat, yang dikenal sebagai empennage. Panjang pesawat digunakan untuk menentukan panjang area parkir pesawat
- b. *Wingspan* (bentang sayap) sebuah pesawat yaitu jarak dari ujung sayap ke ujung sayap lainnya pada sayap utama pesawat. *Wingspan* digunakan untuk menentukan lebar dari area parkir pesawat dan jarak antar *gate*.
- c. *Maximum height* (tinggi maksimum) pesawat merupakan jarak dari lantai dasar (*ground*) sampai puncak bagian ekor pesawat.
- d. *Wheelbase* sebuah pesawat terbang merupakan jarak antara roda pendaratan utama (*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 adalah jarak antara as roda terluar (*outer wheels*) dari *landing gear* pesawat. *Wheelbase* dan *wheel track*

digunakan untuk menetapkan radius putar minimum, yang berperan dalam perancangan *taxiway turnoffs*, *taxiway intersections* dan area lainnya di bandar udara yang membutuhkan pesawat untuk berbelok.

- f. Turning adalah fungsi dari sudut kemudi roda depan (*nose gear steering angle*). Semakin besar sudutnya, semakin kecil radiusnya.

2.2.13. Ukuran Pesawat Terbang

Adapun kebutuhan kapasitas penumpang telah membawa pada ciptaan pesawat berbadan besar dan lebar. Saat pesawat pertama dibuat dan terbang mengangkasa ukuran pesawat terus dibuat semakin besar. Pada tahun 1950an Boeing memperbanyak produksi 707 yang besar. Kemudian pada tahun 1970, Boeing produksi dan meluncurkan Boeing 747 yang mempunyai ukuran yang lebih besar lagi. Tahun 2006 pesawat yang terbesar saat ini tipe Airbus A380. Airbus A380 pesawat dengan panjang sayap 79,8m dan memiliki panjang badan pesawatnya 73m dan kapasitas maksimal 840 penumpang, perencanaan terminal harus dapat mengantisipasi sebuah jenis ukuran pesawat sebesar Airbus A380 tersebut.

Perbandingan besar pada setiap jenis pesawat, ditunjukkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Karakteristik Dimensi Pesawat Terbang Komersial di Indonesia

Model Pesawat	Pabrik	ICAO Code	Maskapai	Panjang (m)	Bentang sayap (m)	Max. Height (m)	Wheel Base (m)	Wheel Track (m)	Nose Wheel Angle	Turning Radius	ARFL (m)
B777-300ER	Boeing	4E	Garuda Indonesia	73,90	64,80	18,75	31,22	10,97	70°	48,20	3.120
B747-400	Boeing	4E	Garuda Indonesia, Lion Air	70,60	64,40	19,59	25,60	11,00	67°	53,10	2.890
B737-800NG	Boeing	4C	Garuda Indonesia, Lion Air, Batik Air, Sriwijaya Air	39,50	34,30	12,55	15,60	5,72	78°	21,10	2.090
B737-200	Boeing	4C	Express Air, Trigana Air Service	29,54	28,40	11,23	11,38	5,23	78°	17,10	2.295
B737-300	Boeing	4C	Garuda Indonesia, Lion Air, Express Air, Sriwijaya Air	32,18	31,10	11,15	12,45	5,23	78°	17,70	2.749
B737-400	Boeing	4C	Lion Air, Sriwijaya Air	33,40	28,90	11,15	14,27	5,23	78°	18,00	2.499
B737-500	Boeing	4C	Garuda Indonesia, Sriwijaya Air, Kalstar Aviation, Express Air	29,79	28,88	11,15	11,07	5,23	78°	17,40	2.470

B737-900ER	Boeing	4C	Lion Air, Batik Air	40,67	35,79	12,55	17,17	5,72	78°	21,50	2.240
A330-300	Airbus	4E	Garuda Indonesia	63,69	60,30	16,70	25,38	12,62	65°	45,60	2.500
A330-200	Airbus	4E	Garuda Indonesia	58,82	60,30	17,90	22,18	12,62	65°	45,00	2.220
A320-200	Airbus	4C	Citilink, Batik Air, Air Asia Indonesia	37,60	34,10	11,80	12,64	8,95	70°	12,64	2.058
CJR 1000	Bombardier	4C	Garuda Indonesia	39,10	26,20	7,50	21,00	4,06	65°	92,00	2.120
ATR 72600	ATR	3C	Garuda Indonesia, Wings Air, Kalstar Aviation, Trigana Air Service	27,16	27,05	7,65	10,77	4,10	65°	63,00	1.367
ATR 72500	ATR	3C	Wings Air	22,67	24,57	7,59	8,78	4,10	65°	63,00	1.215
ATR 42300	ATR	2C	Kalstar Aviation, Trigana Air Service Indonesia	22,67	24,57	7,59	8,78	4,10	65°	63,00	1.010
Fokker 50	Fokker	3C	Sky Aviation	25,25	29,00	8,32	9,70	7,20	73°	18,00	1.760
Fokker 100	Fokker	4C	Sky Aviation	35,53	28,08	8,51	14,01	5,04	73°	20,07	1.820

2.2.14. Penentuan Arah *Runway*

a. Standar *Crosswind*

Karena kegiatan *landing* (pendaratan) dan *take off* (lepas landas) dapat keutungan dari embusan angin, maka arah *runway* harus demikian rupa hingga searah dengan *prevailing wind* (arah angin dominan). Pesawat tidak hermanuver dengan aman di *runway* bila angin yang ada mengandung komponen besar dengan sudut tertentu (menyamping) ke arah perjalanan pesawat. Komponen ini biasa disebut *crosswind* (angin menyilang). Pesawat boleh *landing* (mendarat) dan *take off* (lepas landas) selama *crosswind* tidak berlebihan. *Crosswind* maksimum yang diizinkan tergantung pada ukuran pesawat, konfigurasi sayap dan juga kondisi perkerasan *runway*.

Dalam analisis angin, menentukan *crosswind* yang diizinkan adalah hal yang penting dan biasanya dibagi berdasarkan *Aerodrome Reference Code* (ARC). Dalam standar ICAO, *crosswind* yang diizinkan (dalam kilometer per jam knot), seluruhnya didasarkan pada panjang *runway* referensi (*Reference Field Length*). Kecepatan *crosswind* yang diizinkan (dalam knot dan mi per jam) didasarkan pada *Airport Reference Code* (yang terdiri atas parameter approach speed pesawat dan lebar *runway*)

ICAO dan FAA setuju bahwa *runway* harus berorientasi sehingga *usability factor* (faktor kegunaan) dari bandara tidak kurang dari 95%. Faktor kegunaan adalah persentase waktu selama penggunaan *runway* tidak terbatas oleh komponen *crosswind* berlebihan. Apabila suatu *runway* tunggal atau satu set *runway* sejajar tidak dapat berorientasi dengan memberikan faktor kegunaan minimal 95% maka satu atau lebih *runway crosswind* mungkin perlu di bangun.

b. Analisis *Wind Rose*

Arah *runway* merupakan bagian dari karakteristik performa pesawat dalam operasi *take off* dan *landing*, pesawat harus terbang melalui angin. Prosedur grafis yang disebut “*windrose*” biasa digunakan untuk menentukan arah *runway* “terbaik” berdasarkan *prevailing winds* sebagai penentu. *Windrose* dibuat berdasarkan orientasi arah utara, *north*.

Analisis angin harus berdasarkan statistik distribusi angin yang handal dan memiliki data waktu selama yang bisa didapatkan. Sebagian referensi

mensyaratkan minimal 5 tahun data angin. Bila data cuaca yang layak tidak bisa didapatkan maka alternatif yang bisa dilakukan adalah dengan mengumpulkan data rekaman angin dari stasiun perekam angin terdekat. Data angin disusun oleh berdasarkan kecepatan, arah, dan frekuensi.

2.2.15. Klasifikasi Pesawat Terbang

Beberapa klasifikasi dan tipe pesawat terbang adalah berdasarkan kegunaan pesawat. Secara umum dibagi menjadi 4 tipe, yaitu sebagai berikut.

a. General aviation aircraft (GA)

Secara tipikal, pesawat ini memiliki satu (*single*) atau dua mesin (*twin engine*). Berat maksimum kotor (*maximum gross weight*) pesawat ini biasanya kurang dari 7000 kg. Pesawat ini biasanya digunakan untuk berbagai kegiatan komersial dan nonkomersial antara lain pelatihan pesawat, wisata, bisnis, pertanian, dan sebagainya

b. Corporate aircraft (CA)

pesawat ini merupakan pesawat yang digunakan untuk mengangkut beberapa penumpang atau barang untuk keperluan bisnis evakuasi. Kegiatan pemerintah, angkatan udara, dan sebagainya. Secara optikal pesawat-pesawat jenis ini memiliki satu atau dua *turboprop* (baling-baling) atau mesin jet. Berat maksimum kotor (*maximum gross weight*). pesawat ini biasanya kurang dari 40.000 kg.

c. Commuter aircraft (COM)

Merupakan pesawat kecil untuk mengangkut penumpang untuk jarak dekat dengan frekuensi tinggi, biasanya melayani penerbangan dari bandara hub menuju daerah daerah kecil. Pesawat jenis ini memiliki satu, dua, tiga, bahkan empat *turboprop* (baling-baling) atau mesin jet. Berat maksimum kotor (*maximum gross weight*) pesawat ini biasanya kurang dari 31.000 kg. Contoh pesawat ini adalah ATR-72 series dan pesawat Nusantara 219 (N-219) buatan PT Dirgantara Indonesia yang akan menjadi mulai beroperasi pada 2016.

d. Transport aircraft (TA)

Merupakan pesawat yang dirancang untuk mengangkut penumpang dan kargo dalam jumlah besar. Pesawat jenis ini memiliki mesin jet lebih dari satu.

2.2.16. Pengaruh Kinerja Pesawat Terhadap Panjang *Runway*

a. *Decision Speed* (v_1), (Kecepatan Putusan)

Kecepatan putusan adalah kecepatan ketika *engine failure* (kegagalan mesin). Besarannya ditentukan oleh pabrik pesawat dan ditulis dalam manual pesawat. Bila kerusakan mesin terjadi sebelum v_1 , ini tercapai maka pilot harus mengurangi laju pesawat. Bila kerusakan terjadi setelah v_1 , tercapai maka *take off* harus terus dilanjutkan.

b. *Initial Climb Out Speed* (v_2), (Kecepatan Awal Pesawat Menanjak)

Kecepatan minimum yang diperkenankan kepada pilot untuk menanjak sesudah pesawat mencapai ketinggian 35 feet (10,5m) di atas permukaan *runway*. Besarnya v_2 adalah lebih besar atau sama dengan v_1 .

c. *Rotation Speed* (v_r), (Kecepatan Rotasi)

Kecepatan saat pilot memulai rotasi pesawat yang menyebabkan *nose gear* (roda depan) terangkat.

d. *Lift-off Speed* (v_{loff}), (Kecepatan Angkat)

Kecepatan ketika pesawat pertama kalinya terangkat ke udara.

e. *Take Off Run (TOR)*, (Jarak Lepas Landas)

Jarak untuk percepatan pesawat dari *brake release* (pelepasan rem) sampai pesawat terangkat, di tambah faktor aman.

e. *Accelerate Stop Distance (ASD)*, (Jarak Percepatan Henti)

Jarak untuk percepatan pesawat dari *brake release* (pelepasan rem) sampai pesawat terangkat lalu mulai menanjak.

f. *Take Off Distance (TOD)*, (Jarak Lepas Landas)

Jarak untuk kecepatan pesawat dari *brake release* (pelepasan rem) sampai pesawat terangkat lalu mulai menanjak (ketinggian 35 feet). Ditambah faktor keamanan.

g. *Landing Distance (LD)*, (Jarak Pendaratan)

Jarak dari *threshold* (tepi permulaan *runway*) untuk pesawat menyelesaikan *approach* (pendekatan), *touchdown* (pendaratan) dan perlambatan hingga berhenti, ditambah faktor keamanan.

h. *Clearway (CWY)*

Suatu daerah tertentu diujung *runway* tinggal landas yang terdapat di permukaan tanah maupun permukaan air di bawah pantauan operator bandar udara yang aman bagi pesawat saat mencapai ketinggian tertentu.

i. *Stopway (SWY)*

Suatu area tertentu yang berbentuk segi empat yang ada di permukaan tanah terletak di akhir *runway* bagian *take off runway* (*runway* tinggal landas) yang dipersiapkan sebagai tempat berhenti pesawat saat terjadi pembatalan kegiatan *take off* (tinggal landas).