

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian bertujuan mengetahui kelayakan dan optimalitas operasional ACN pesawat *Boeing 787-9 dreamliner* terhadap PCN bandara Husein Sastranegara dan mengetahui kelayakan ketebalan perkerasan bandara Husein Sastranegara terhadap ketebalan perkerasan untuk pesawat *Boeing 787-9 dreamliner*. Penelitian ini menggunakan metode ACN-PCN dan CBR dengan pesawat rencana Boeing 787-9 dreamliner.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui (1) apa saja peran dari sebuah bandara, (2) bagaimana pengelolaan sebuah bandara, dan (3) perbedaan antara bandara komersial dengan bandara yang dikelola oleh Angkatan Udara. Metode yang digunakan adalah studi pustaka dan pendekatan deskriptif eksploratif.

Penelitian ini dilakukan untuk Menentukan jumlah Pertumbuhan penumpang 10 tahun yang akan datang, Menentukan jenis pesawat dan klasifikasi pesawat berdasarkan Peramalan jumlah pertumbuhan penumpang, dan Menentukan ukuran Runway, Taxiway dan Apron untuk rencana bandara baru di Kabupaten Ketapang. Penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu data penumpang dan pergerakan Pesawat di bandara rahadi oesman Ketapang, data penduduk.

1. Mendeskripsikan data data yang diperlukan dalam menghitung forecasting traffic pesawat sampai tahun 2017 mendatang?
2. Menganalisis rencana perpanjangan landasan pacu.
3. Menganalisis tebal lapis perkerasan perpanjangan landasan pacu baik secara analitis maupun grafis, serta
4. Mengalisis forecasting traffic pesawat sampai tahun 2017 mendatang.

Penelitian ini mencakup "Analisis Ketebalan dan Perpanjangan Landasan Pacu di Bandara Internasional Sultan Mahmud Badaruddin II ". Kemampuan landasan pacu dapat melayani jenis pesawat maksimum adalah Airbus 320.

Tujuan penelitian untuk mengetahui strategi pengembangan Bandara Soekarno Hattta Cengkareng dalam peningkatan pelayanan publik di bandara berdasarkan kombinasi dari faktor internal dan faktor eksternal bandar udara.

Penelitian ini adalah melakukan evaluasi tahapan pengembangan fasilitas sisi udara (air side) pada Bandar Udara Tebelian Sintang sehingga diharapkan prasarana sisi udara (air side) Bandar Udara Tebelian Sintang mampu memberikan tingkat pelayanan yang optimal.

Bandar udara internasional Sultan Mahmud Badaruddin II –Palembang termasuk dalam katagori bandara internasional pengumpul sekunder karena jumlah pengguna jasanya antara 1-5 juta orang per tahun, telah melayani 2,1 juta pergerakan penumpang baik domestic maupun internasional, sementara terminal yang ada saat ini dengan luas 23.000 m² disiapkan hanya untuk melayani 1 juta pergerakan penumpang per tahun, maka kondisi terminal bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang saat ini terbilang sudah cukup padat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan sisi darat (terminal penumpang) dan sisi udara untuk 20 tahun mendatang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan sisi darat (terminal penumpang) dan sisi udara untuk 20 tahun mendatang.

Mendeskripsikan data-data yang diperlukan dalam menghitung forecasting traffic pesawat sampai tahun 2017 mendatang? 2.Menganalisis rencana perpanjangan landasan pacu. 3.Menganalisis tebal lapis perkerasan perpanjangan landasan pacu baik secara analitis maupun grafis, serta 4.Mengalisis forecasting traffic pesawat sampai tahun 2017 mendatang.

Tabel 2.1 Matrik Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Metode	Variavel	Hasil
1	Muhammad Fakhururiza Pradana. Dwi Esti Intari. Faisal Ahmad Akbar	Analisa Perkerasan Bandar Udara Menggunakan Metode ACN-PCN dan CBR (Studi Kasus Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara Bandung)	Penelitian ini menggunakan metode ACN-PCN dan CBR dengan pesawat rencana Boeing 787-9 dreamliner.	Bandar udara Husein Sastranegara Bandung belum layak menampung pesawat <i>Boeing 787-9 dreamliner</i> dan harus meningkatkan nilai PCN sebesar 87/F/C/X untuk dapat mengoptimalkan pesawat <i>Boeing 787-9 dreamliner</i> .	Nilai ACN yang dihasilkan pada komputasi software COMFAA adalah 85,3/F/C/X dan nilai ACN dari tabel pesawat terbang adalah 87/F/C/X. Nilai PCN bandara Husein Sastranegara Bandung adalah 50/F/C/X/T.
2	Baiq Setiani	Prinsip-Prinsip Manajemen Pengelolaan Bandar Udara	Metode yang digunakan adalah studi pustaka dan pendekatan deskriptif eksploratif.	Perbedaan antara bandar udara dengan pangkalan udara berada di tujuan pembangunan, tujuan bersama.	Peran penting bandara,yaitu sebagai (a) simpul dalam jaringan transportasi udara, (b) pintu gerbang kegiatan perekonomian, (c) tempat kegiatan alih moda transportasi, (d) pembuka isolasi daerah, (e) penanganan bencana, dan (f) prasarana memperkuat kedaulatan negara.

No	Nama	Judul	Metode	Variabel	Hasil
3	Heri Priyanto, Akhmadali, Komala Erwan	Perencanaan Sisi Udara (Runway, Taxiway, dan Apron) Bandara Baru di Kabupaten Ketapang.	Model metode peramalan meliputi model trend analysis, model Ekonometrik, dan model Market Share.	Analisis menggunakan regresi linier dengan program excel. Hasil penelitian ketiga model, didapat model peramalan yang terbaik yaitu model Trend Analysis	Dari hasil peramalan didapat jumlah penumpang pada tahun 2028 adalah 684.256 Penumpang/tahun dengan jumlah pergerakan pesawat sebanyak 6.505 pesawat/Tahun dengan menggunakan jenis pesawat Boeing 737-200. Bandar udara baru di Kabupaten Ketapang secara teknis tergolong bandar udara kelas 4C sesuai standar ICAO dan Peraturan Direktorat Jendral perhubungan udara nomor : kp 39 tahun 2015.

No	Nama	Judul	Metode	Variabel	Hasil
4	Hastha Yuda Pratama	Analisis tebal dan perpanjangan landasan pacu pada bandar udara internasional Sultan Mahmud Badaruddin II	Metode Trend extrapolation tipe linear	Data-data yang diperlukan dalam menghitung forecasting traffic pesawat sampai tahun 2017 mendatang, yaitu data pergerakan pesawat tahun 2008-2012 untuk menghitung jumlah pergerakan pesawat per tahun sampai tahun 2017, dan data pergerakan pesawat Bulan Januari sampai Bulan Desember tahun 2008*2013 untuk menghitung jumlah pergerakan pesawat per bulan sampai tahun 2017.	Dari hasil analisa yang telah dilakukan, tebal perkerasan dengan grafis menggunakan metode FAA didapat tebal lapisan surface sebesar 12,7 cm, tebal lapisan base sebesar 12,7 cm, dan tebal lapisan subbase sebesar 58,42 cm. Sedangkan tebal perkerasan dengan analitis menggunakan metode CBR didapat tebal lapisan surface atau aspal sebesar 10 cm, tebal lapisan base atau crush stone base sebesar 21 cm, dan tebal lapisansubbase sirtu sebesar 53 cm

No	Nama	Judul	Metode	Variabel	Hasil
5	Muhammad Fakhururiza Pradana. Dwi Esti Intari. Faisal Ahmad Akbar	Analisa Perkerasan Bandar Udara Menggunakan Metode ACN-PCN dan CBR (Studi Kasus Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara Bandung)	Penelitian ini menggunakan metode ACN-PCN dan CBR dengan pesawat rencana Boeing 787-9 dreamliner.	Bandar udara Husein Sastranegara Bandung belum layak menampung pesawat <i>Boeing 787-9 dreamliner</i> dan harus meningkatkan nilai PCN sebesar 87/F/C/X untuk dapat mengoptimalkan pesawat <i>Boeing 787-9 dreamliner</i> .	Nilai ACN yang dihasilkan pada komputasi software COMFAA adalah 85,3/F/C/X dan nilai ACN dari tabel pesawat terbang adalah 87/F/C/X. Nilai PCN bandara Husein Sastranegara Bandung adalah 50/F/C/X/T.

6	Baiq Setiani	Prinsip-Prinsip Manajemen Pengelolaan Bandar Udara	Metode yang digunakan adalah studi pustaka dan pendekatan deskriptif eksploratif.	Perbedaan antara bandar udara dengan pangkalan udara berada di tujuan pembangunan, tujuan bersama.	Peran penting bandara,yaitu sebagai (a) simpul dalam jaringan transportasi udara, (b) pintu gerbang kegiatan perekonomian, (c) tempat kegiatan alih moda transportasi, (d) pembuka isolasi daerah, (e) penanganan bencana, dan (f) prasarana memperkuat kedaulatan negara.
---	--------------	--	---	--	--

No	Nama	Judul	Metode	Variabel	Hasil
7	Heri Priyanto, Akhmadali, Komala Erwan	Perencanaan Sisi Udara (Runway, Taxiway, dan Apron) Bandara Baru di Kabupaten Ketapang.	Model metode peramalan meliputi model trend analysis, model Ekonometrik, dan model Market Share.	Analisis menggunakan regresi linier dengan program excel. Hasil penelitian ketiga model, didapat model peramalan yang terbaik yaitu model Trend Analysis	Dari hasil peramalan didapat jumlah penumpang pada tahun 2028 adalah 684.256 Penumpang/tahun dengan jumlah pergerakan pesawat sebanyak 6.505 pesawat/Tahun dengan menggunakan jenis pesawat Boeing 737-200. Bandar udara baru di Kabupaten Ketapang secara teknis tergolong bandar udara kelas 4C sesuai standar ICAO dan Peraturan Direktorat Jendral perhubungan udara nomor : kp 39 tahun 2015.

No	Nama	Judul	Metode	Variavel	Hasil
8	Hastha Yuda Pratama	Analisis tebal dan perpanjangan landasan pacu pada bandar udara internasional Sultan Mahmud Badaruddin II	Metode Trend extrapolation tipe linear	Data-data yang diperlukan dalam menghitung forecasting traffic pesawat sampai tahun 2017 mendatang, yaitu data pergerakan pesawat tahun 2008-2012 untuk menghitung jumlah pergerakan pesawat per tahun sampai tahun 2017, dan data pergerakan pesawat Bulan Januari sampai Bulan Desember tahun 2008*2013 untuk menghitung jumlah pergerakan pesawat per bulan sampai tahun 2017.	Dari hasil analisa yang telah dilakukan, tebal perkerasan dengan grafis menggunakan metode FAA didapat tebal lapisan surface sebesar 12,7 cm, tebal lapisan base sebesar 12,7 cm, dan tebal lapisan subbase sebesar 58,42 cm. Sedangkan tebal perkerasan dengan analisis menggunakan metode CBR didapat tebal lapisan surface atau aspal sebesar 10 cm, tebal lapisan base atau crush stone base sebesar 21 cm, dan tebal lapisansubbase sirtu sebesar 53 cm

2.2 Pengertian Bandar Udara

Bandar udara adalah suatu tempat di darat, di laut atau di air dimana pesawat udara dapat mendarat menurunkan atau mengangkut penumpang dan barang, perbaikan atau pemeliharaan juga pengiriman bahan bakar dan kegiatan lainnya. Secara umum suatu bandar udara harus mampu melayani aktivitas perhubungan udara sesuai jam operasi (*operating hours*) dengan menjamin keselamatan penerbangan, kelancaran dan keteraturan penerbangan.

Kegiatan angkutan udara dalam negeri (domestik) seluruhnya dilakukan oleh Perusahaan Penerbangan Nasional (Perusahaan Pemerintah dan Swasta), sedangkan untuk penerbangan luar negeri (internasional) dilakukan oleh perusahaan penerbangan asing dan perusahaan penerbangan nasional.

Transportasi udara umumnya dibagi ke dalam tiga golongan, yakni angkutan udara, penerbangan umum, dan militer. Kategori penerbangan swasta dan umum selain penerbangan terjadwal yang dilakukan perusahaan penerbangan (*airlines*) meliputi juga penerbangan pribadi dan yang digunakan oleh industri swasta dan komersial untuk mengirimkan barang ataupun alat-alat dan hasil produksi. Dalam kategori penerbangan umum juga termasuk kegiatan penerbangan yang sifatnya *non-transport*, misalnya untuk keperluan inspeksi penerbangan, pemadaman kebakaran, dan lain-lain.

Letak suatu Bandar Udara akan dipengaruhi oleh faktor- faktor berikut tipe pengembangan sekitarnya:

1. Kondisi-kondisi atmosfer meteorologi
2. Kemudahan untuk dicapai dengan transportasi darat
3. Ketersediaan lahan
4. Adanya Bandar Udara yang lain dan ketersediaan ruang angkasa dalam daerah tersebut
5. Halangan sekeliling
6. Keekonomisan biaya konstruksi
7. Ketersediaan utilitas
8. Keeratan (*proximity*) dengan permintaan aeronotika.

Horonjeff (1994) mendefinisikan bandar udara merupakan fasilitas dimana pesawat terbang dapat lepas landas dan mendarat. Suatu Bandara minimal memiliki sebuah landasan pacu, sedangkan untuk bandara besar biasanya dilengkapi berbagai fasilitas lain baik untuk operator layanan penerbangan maupun bagi pengunanya 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 dan dalam *Document 4444 Air Traffic Management*, ICAO (*International Civil Aviation Organization*), Bandar udara di definisikan sebagai suatu tempat atau daerah, di darat atau di perairan dengan batas-batas tertentu, termasuk bangunan dan instalasi, yang dibangun untuk keperluan pergerakan pesawat terbang lepas landas (*take-off*), pendaratan (*landing*), atau pergerakan di permukaan (*taxiing*).

Tentang Pembangunan dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandar Udara memberikan definisi bahwa bandar udara adalah kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas – batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya Berdasarkan peraturan Dirjen Perhubungan Udara, berfungsi menunjang kelancaran, keamanan dan ketertiban arus lalu lintas pesawat udara, kargo dan/atau pos, keselamatan penerbangan, tempat perpindahan intra dan/atau moda serta mendorong perekonomian baik daerah maupun secara nasional.

Pembagian jenis bandara berdasarkan statusnya dibedakan menjadi dua yaitu bandara umum yang berfungsi melayani kepentingan umum dan bandar udara yang digunakan untuk melayani kepentingan sendiri guna menunjang kegiatan tertentu. Setiap bandar udara terbagi atas sisi darat dan sisi udara, dimana sisi darat terdiri dari jalan penghubung, lapangan parkir dan bangunan terminal sedangkan sisi udara terdiri dari taxiway, holding pad, runway, terminal angkasa, dan jalur penerbangan di angkasa. Salah satu bagian terpenting yang harus ada pada bandar udara adalah runway yang merupakan area tertentu pada bandar udara tempat mendarat dan lepas landas bagi pesawat.

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. Bandar udara adalah kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2012 Tentang Pembangunan dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandar Udara).

2.3 Fungsi Bandar Udara

Fungsi utama sebuah Bandar Udara sama halnya seperti sebuah terminal dimana dalam hal ini melayani penumpang pesawat udara, sebagai tempat pemberhentian, pemberangkatan, ataupun sekedar persinggahan pesawat udara (*transit*). Di dalamnya terjadi berbagai macam rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan pesawat terbang, seperti mengangkut / menurunkan penumpang dan barang, melakukan pengisian bahan bakul, pemeliharaan pesawat, perbaikan kerusakan pesawat, dan lain-lain.

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

Pentingnya pengembangan sub sektor transportasi udara antara lain :

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 sektor lainnya serta memperhatikan kesinambungan lingkungan secara ekonomis.

Transportasi udara di Indonesia memiliki fungsi strategis sebagai sarana transportasi yang menyatukan seluruh wilayah dan dampaknya berpengaruh terhadap tingkat pertumbuhan dan peranannya maupun dalam pengembangannya.

2.4 Jenis Bandar Udara

Di dalam UU no.1 tahun 2009 tentang penerbangan, menyebutkan 6 jenis bandar udara, yaitu:

- a.** Bandar Udara Khusus adalah bandar udara yang hanya digunakan untuk melayani kepentingan sendiri untuk menunjang kegiatan usaha pokoknya.
- b.** Bandar Udara Domestik adalah bandar udara yang ditetapkan sebagai bandar udara yang melayani rute penerbangan dalam negeri.
- c.** 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.
- d.** Bandar Udara Pengumpul (hub) adalah bandar udara yang mempunyai cakupan pelayanan yang luas dari berbagai bandar udara yang melayani penumpang dan/atau kargo dalam jumlah besar dan mempengaruhi perkembangan ekonomi secara nasional atau berbagai provinsi.
- e.** Bandar Udara Pengumpan (spoke) adalah bandar udarayang mempunyai cakupan pelayanan dan mempengaruhi perkembangan ekonomi terbatas

2.4.1 Fasilitas Bandar Udara

Menurut Heru Basuki (1986), Bandar udara yang harus memiliki fasilitas yang harus dicapai antara lain :

a. Sisi Udara (*Air Side*)

1. *Runway* atau landasan pacu

Penentuan dimensi dari landaan pacu digunakan suatu standar yang disebut *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL). Menurut ICAO, ARFL merupakan landasan pacu minimum yang dibutuhkan pesawat udara untuk melakukan *take off*. Oleh karena itu nilai ARFL yang telah didapatkan perlu untuk dilakukan koreksi dengan melihat keadaan lokasi setempat. Faktor – faktor koreksi tersebut adalah koreksi terhadap elevasi, temperatur, dan kemiringan landasan pacu.

2 *Apron* (Area Parkir Pesawat)

Apron merupakan bagian dari sisi udara dari bandar udara yang digunakan untuk pesawat terbang menurunkan, menaikkan penumpang, kargo dan sebagai tempat parkir pesawat.

3 *Taxiway* (Landasan Hubung)

Taxiway merupakan jalan keluar masuknya pesawat dari landasan pacu ke *Apron*, bangunan terminal, hangar dan sebaliknya. Menghubungkan *Apron* dan *runway*.

b. Sisi Darat (*Land Side*)

1. Terminal

Terminal adalah pertemuan utama antara lapangan udara dan bagian bandar udara lainnya. Daerah terminal meliputi fasilitas – fasilitas untuk pemrosesan penumpang dan bagasi, penanganan barang angkutan (kargo) dan kegiatan – kegiatan administrasi, operasi, serta pemeliharaan bandar udara.

2. Area Parkir

Bagian ini merupakan tempat untuk fasilitas parkir kendaraan bagi penumpang, pengunjung, dan karyawan di sebuah bandar udara.

3. Bagasi

Fasilitas bagasi merupakan ruangan untuk pengambilan bagasi, dimana ruangan tersebut harus diletakkan sedemikian rupa sehingga bagasi yang telah diperiksa dapat dikembalikan ke penumpang dalam jarak yang cukup dekat dengan pelataran terminal.

2.4.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Ukuran Bandar Udara

Ukuran bandar udara yang diperlukan akan tergantung pada faktor-faktor utama berikut ini :

- 1. Karakteristik prestasi dan ukuran pesawat terbang yang akan menggunakan bandara tersebut.**
- 2. Volume lalu lintas yang diadaptasi Kondisi-kondisi meteorologi ketinggian tapak bandar udara.**

Karakteristik prestasi pesawat terbang akan mempengaruhi panjang landasan pacu. Data mengenai karakteristik pesawat terbang, tipe-tipe pesawat, dan ketentuan-ketentuan landasan pacu dapat dilihat pada badan-badan yang berwenang seperti FAA dan ICAO. Volume dan karakter lalu lintas mempengaruhi jumlah landasan pacu yang dibutuhkan, susunan landasan hubung (*taxiway*), dan ukuran daerah ramp (*ramp area*). Kondisi-kondisi meteorologi penting yang dapat mempengaruhi ukuran bandar udara adalah angin dan temperatur. Temperatur mempengaruhi panjang landasan pacu, temperatur yang tinggi membutuhkan landasan pacu yang lebih panjang, karena temperatur yang tinggi mencerminkan kerapatan udara yang lebih rendah, yang mengakibatkan hasil daya dorong yang lebih rendah.

Arah angin mempengaruhi jumlah dan susunan landasan pacu. Sedangkan angin permukaan mempengaruhi panjang landasan pacu, makin besar angin sakal makin pendek landasan pacu, sedangkan semakin besar angin buritan makin panjang landasan pacu. Ketinggian tapak bandar udara juga sangat mempengaruhi kebutuhan panjang landasan pacu. Makin tinggi letak pelabuhan udara, landasan pacu yang dibutuhkan adalah semakin panjang. Demikian pula dengan kemiringan landasan pacu, kemiringan ke atas membutuhkan landasan pacu yang lebih panjang daripada landasan pacu yang rata atau yang kemiringannya ke bawah, penambahan panjang ini juga tergantung pada ketinggian bandar udara dan temperatur.

2.4.3 Lalu Lintas Udara

a. Pengertian Lalu Lintas Udara

Lalu lintas udara merupakan suatu bentuk pergerakan dari pesawat terbang di dalam ruang udara. Dalam hal ini lalu lintas udara secara umum dapat dipisahkan menjadi dua, yakni lalu lintas di sekitar bandar udara ketika pesawat akan tinggal landas (*take off*) ataupun mendarat (*landing*), serta lalu lintas udara di luar otoritas bandar udara (*airspace*).

b. Jaringan Lalu Lintas Udara

Jaringan lalu lintas udara secara umum merupakan kumpulan dari rute-rute penerbangan umum yang merangkum beberapa rute penerbangan (berjadwal tetap). Penetapan jaringan lalu lintas udara ini penting untuk menetapkan beban bagi bandar udara dan jalur penerbangan udara dalam membagi ruang udara bagi penerbangan.

c. Arus Lalu Lintas Udara

Arus lalu lintas udara memiliki karakteristik tersendiri dimana batasan ruang pergerakan yang tiga dimensi dengan batas jalur yang maya, mengharuskan adanya pengontrolan arus lalu lintas udara yang menggunakan sistem teknologi komunikasi dan penginderaan (radar) yang ekstensif. Dalam sistem operasinya pengendalian lalu lintas udara memiliki dua konsep dasar yaitu keselamatan dan efisiensi.

d. Jalur Lalu Lintas Udara

Lalu lintas udara memiliki karakteristik tersendiri mengingat jalurnya berupa ruang udara yang memiliki panjang, lebar, dan tinggi. Dalam pengaturan jalur penerbangan ketiga dimensi ruang.

Pemisahan jalur lalu lintas udara secara vertikal ditentukan berdasarkan ketinggian operasi penerbangan dari permukaan laut, dimana untuk ketinggian 1.200 feet s/d 18.000 feet disebut jalur *Viktor* yang umumnya

digunakan untuk pesawat kecil tipe *propeller*, sedangkan untuk ketinggian 18.000 feet s/d 45.000 feet merupakan jalur yang umumnya digunakan oleh pesawat terbang yang jenisnya lebih besar yang bermesin jet. Sedangkan pemisahan jalur secara horisontal (*lateral* dan *longitudinal*) ditentukan berdasarkan ukuran pesawat, kecepatan pesawat, dan ketersediaan radar pengendali di dalam pesawat serta di ARTCC (*Air Route Traffic Control Center*) terdekat.

2.5.1 Klasifikasi Bandar Udara

Klasifikasi airport atau bandara Menurut Horonjeff (1994) ditentukan oleh berat pesawat terbang, hal ini penting untuk menentukan tebal perkerasan *runway*, *Taxiway* dan *Apron*, panjang *runway* lepas landas dan pendaratan pada suatu bandara. Bentang sayap dan panjang badan pesawat mempengaruhi ukuran *Apron* parkir, yang akan mempengaruhi susunan gedung-gedung terminal.

Ukuran pesawat juga menentukan lebar *runway*, *Taxiway* dan jarak antara ke duanya, serta mempengaruhi jari-jari putar yang dibutuhkan pada kurva-kurva perkerasan. Kapasitas penumpang mempunyai pengaruh penting dalam menentukan fasilitas - fasilitas di dalam dan yang berdekatan dengan gedung-gedung terminal.

Panjang *runway* mempengaruhi sebagian besar daerah yang dibutuhkan di suatu bandara. Selain berat pesawat, konfigurasi roda pendaratan utama sangat berpengaruh terhadap perancangan tebal lapis keras. Pada umumnya konfigurasi roda pendaratan utama dirancang untuk menyerap gaya-gaya yang ditimbulkan selama melakukan pendaratan (semakin besar gaya yang ditimbulkan semakin kuat roda yang digunakan), dan untuk menahan beban yang lebih kecil dari beban pesawat lepas landas maksimum. Dan selama pendaratan berat pesawat akan berkurang akibat terpakainya bahan bakar yang cukup besar. (Horonjeff 1994)

2.5.1 Tipe Bandar Udara

Bandar udara secara umum digolongkan dalam beberapa tipe menurut beberapa kriteria yang disesuaikan dengan keperluan penggolongannya, antara lain :

1. Berdasarkan karakteristik fisiknya, bandar udara dapat digolongkan menjadi *seaplane*, *base*, *stol port* (jarak *take-off* dan *landing* yang pendek), dan bandar udara konvensional.
2. Berdasarkan pengelolaan dan penggunaannya, bandar udara dapat digolongkan menjadi dua, yakni bandar udara umum yang dikelola pemerintah untuk penggunaan secara umum maupun militer atau bandar udara swasta / pribadi yang dikelola / digunakan untuk kepentingan pribadi / perusahaan swasta tertentu.
3. Berdasarkan aktivitas rutinnnya, bandar udara dapat digolongkan menurut jenis pesawat terbang yang beroperasi (*enplanements*) serta menurut karakteristik operasinya (*operations*).
4. Berdasarkan fasilitas yang tersedia, bandar udara dapat dikategorikan menurut jumlah *runway* yang tersedia, alat navigasi yang tersedia, kapasitas hangar, dan lain sebagainya.
5. Berdasarkan tipe perjalanan yang dilayani, bandar udara dapat digolongkan menjadi bandar udara internasional, bandar udara domestik dan gabungan bandar udara internasional domestik.

Di Indonesia klasifikasi bandar udara sesuai dengan Keputusan Menteri Perhubungan No. 36 Tahun 1993 didasarkan pada beberapa kriteria berikut ini :

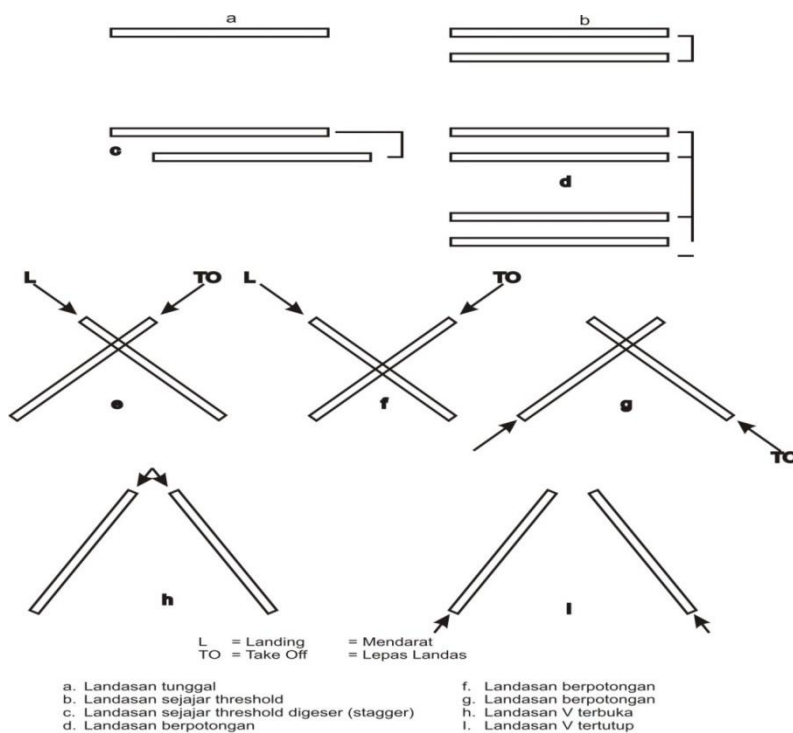
1. Komponen jasa angkutan udara.
2. Komponen pelayanan keselamatan dan keamanan penerbangan.
3. Komponen daya tampung bandar udara (landasan pacu dan tempat parkir pesawat).
4. Komponen fasilitas keselamatan penerbangan (fasilitas elektronika dan listrik yang menunjang operasi fasilitas keselamatan penerbangan).
5. Komponen status dan fungsi bandar udara dalam konteks keterkaitannya dengan lingkungan sekitarnya
6. Memberikan pemisahan secukupnya dalam pola lalu lintas udara Gangguan operasi satu pesawat dengan lainnya serta penundaan di dalam pendaratan. *Taxiway* serta *take-off* minimal / tidal saling mempengaruhi.
7. Memberikan jarak landas hubung yang sependek mungkin dari daerah terminal menuju ujung landasan pacu. pembuatan *taxiway* memenuhi kebutuhan hingga pendaratan pesawat dapat secepatnya mencapai bangunan terminal.

2.6 Landasan Pacu (*Runway*)

Komponen pokok Bandar Udara adalah *runway* yang digunakan untuk *landing* dan *take-off*. Antara landasan pacu (*runway*) dan landasan hubung (*taxiway*) harus diatur untuk :

Terdapat banyak konfigurasi landasan pacu, kebanyakan merupakan konfigurasi dari beberapa konfigurasi dasar. Konfigurasi dasar adalah :

- a. Landasan tunggal (*single runway*)
- b. Landasan sejajar (*parallel runway*)
- c. Landasan dua jalur
- d. Landasan berpotongan (*intersecting runway*)
- e. Landasan V terbuka (*opening V runway*).



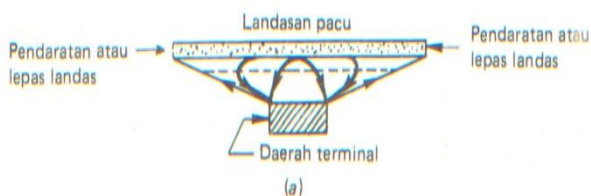
2.1 Gambar Tipe Landasan Pacu (Runway)

2.6.1 Bentuk Pengaturan Hubungan antara Daerah Terminal dengan Landasan Pacu.

Bandar Udara dikatakan ideal bila dibuat perletakan dari bagian-bagiannya sedemikian rupa sehingga jarak lepas landas dari area terminal ke ujung-ujung *runway* (dan juga bagi pesawat-pesawat yang mendarat) bisa sesingkat mungkin. Hubungan antara area terminal dengan *runway* dapat dijelaskan sebagai berikut :

a Landasan Tunggal (*Single Runway*)

Untuk membuat jarak lepas landas sesingkatnya pada landasan tunggal ini, maka jarak antar pesawat-pesawat yang mendarat dan yang berangkat dibuat sama, sehingga area terminal di tengah-tengah antara ujung-ujung *runway*.

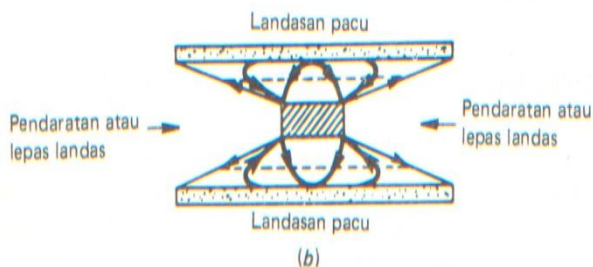


Gambar 2.2. Landasan Pacu Tunggal

Sumber : Robert Horonjeff, 1988,

b. Landasan Paralel (*Parallel Runway*)

Agar pada *parallel runway* jarak lepas landas sesingkat mungkin maka daerah terminal diletakkan diantara kedua



Gambar 2.3. Landasan Pacu Paralel

Sumber : Robert Horonjeff, 1988, “

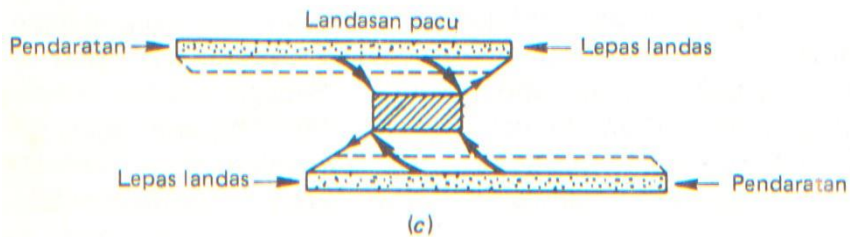
c. Landasan Pacu Sejajar Digeser

Pada *parallel runway*, satu landasan selalu siap dipakai

apabila landasan yang satunya

Mengenai *take-off* dan *landing* tidak menjadi masalah dari sebelah mana, tetapi pada *staggered* ini arah untuk *take-off* dan *landing* tidak sama karena terbatas pada perkerasannya. Seperti diketahui adanya tipe *staggered* adalah karena terbatasnya perluasan bandar udara. Hal terpenting adalah bahwa letak terminal area harus simetris terhadap kedua *runway* agar didapatkan jarak lepas landas yang sesingkat.

mungkin.

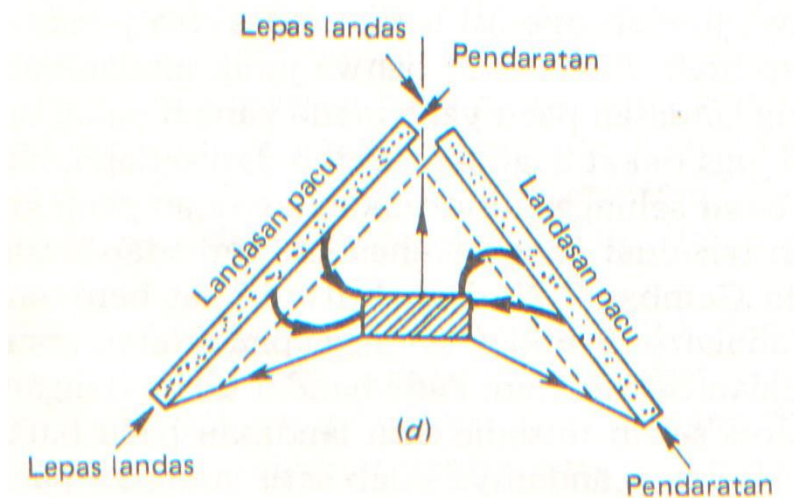


Gambar 2.4. Landasan Pacu Sejajar Digeser (*Staggered Paralel Runway*)

Sumber : Robert Horonjeff, 1988,

d. Landasan Pacu V Terbuka (*Opening V Runway*)

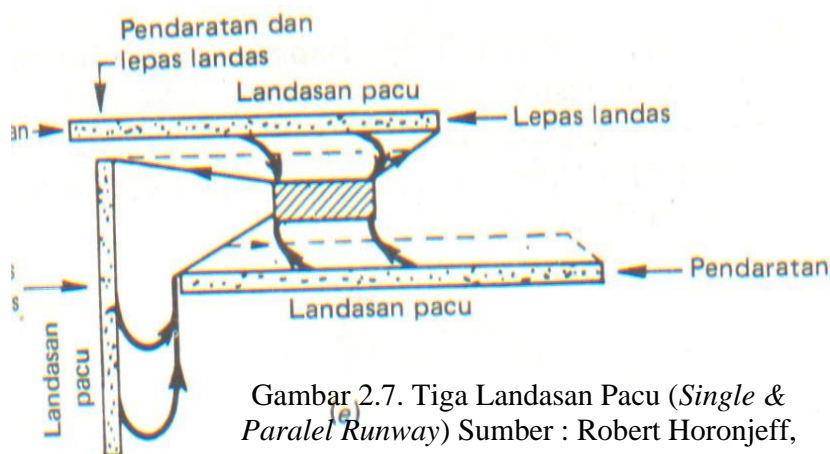
Banyak landasan seperti ini dibuat karena adanya angin yang lebih dari satu arah dan kecepatan angin tersebut cukup tinggi. Maka agar jarak lepas landas sesingkat mungkin, daerah terminal diletakkan diantara kedua *runway* itu.



Gambar 2.5. Landasan Pacu V Terbuka (*Opening V Runway*)

e. Tiga Landasan Pacu (*Single & Paralel Runway*)

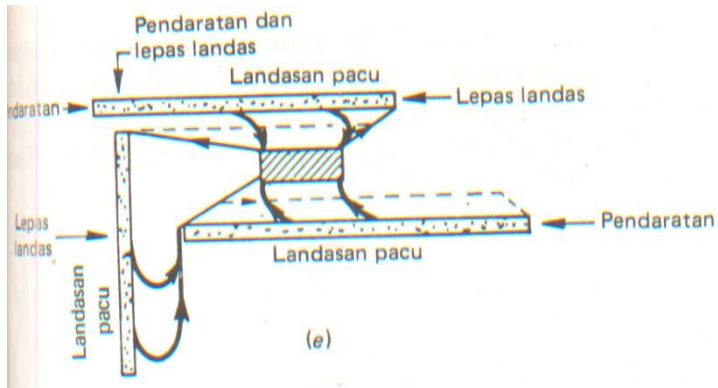
Bentuk *single* dan *paralel runway* seperti ini dikarenakan adanya angin yang sangat besar satu arah yang terjadi satu kali dalam setahun. Kemudian karena kapasitas penerbangan cukup tinggi, maka bila keadaan angin tidak begitu besar, 3 *runway* ini bisa dipakai bersama-sama. Perletakan terminalnya seperti yang terlihat pada gambar akan didapat jarak lepas landas yang relatif pendek.



Gambar 2.7. Tiga Landasan Pacu (*Single & Paralel Runway*) Sumber : Robert Horonjeff, 1988,

f. Landasan Pacu Empat Sejajar (*Double Paralel Runway*)

Landasan pacu empat sejajar digunakan pada pelabuhan udara yang kapasitas penerbangannya tinggi sekali. *Runway* bagian dalam digunakan untuk pesawat-pesawat yang akan *take-off*, sedangkan *runway* bagian luar digunakan khusus untuk *landing*. Hal ini untuk menjaga pada pesawat yang akan *taxiing* dan akan *take-off* tidak mengganggu *runway* yang masih aktif melayani pendaratan. Sehingga prioritas pelayanan diutamakan pada pesawat-pesawat yang akan *landing*. Terminal terletak ditengah-tengah diantara dua jejeran landasan pacu.



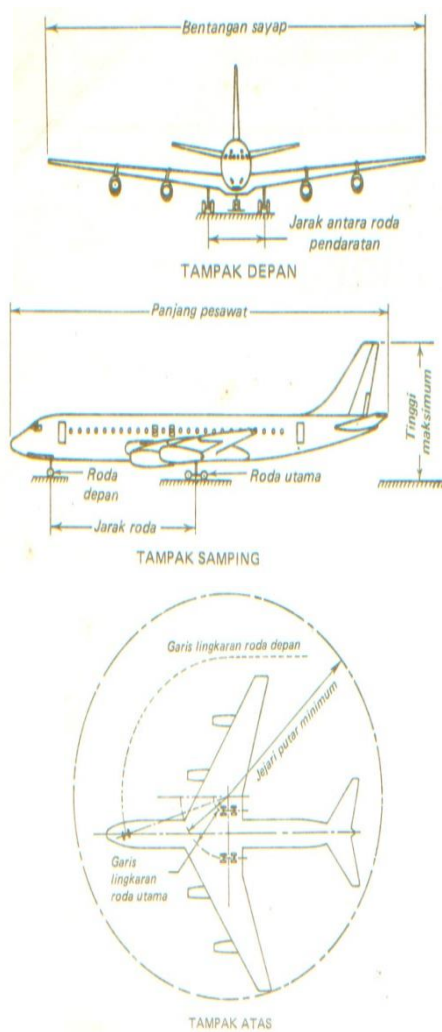
Gambar 2.8. Landasan Pacu Empat Sejajar (*Double Parallel Runway*)

Sumber : Robert Horonjeff, 1988.

2.6.2 Runway (*Runway Leght*)

Panjang *runway* agar pesawat dapat tinggal landas mempunyai pengaruh besar pada bagian luas daerah yang harus dipenuhi oleh Bandar Udara.

- 1) Faktor yang mempengaruhi panjang pendeknya *runway* adalah :
 - Udara (Tuntutan dari pemerintah setempat kepada industri- industri pesawa terbang mengenai *performance* dan *operator*).
 - Keadaan keliling pelabuhan temperatur, angin yang lewat di atas permukaan landasan / *surface wind*, kemiringan landasan / *runway gradient*, ketinggian bandar udara, dan kondisi permukaan ladasan.



Gambar 2.9. Dimensi Karakteristik Pesawat Terbang

Tabel 2.2. Karakteristik Pesawat Terbang Komersial

No	Pesawat	Pabrik	Bentang Sayap Pesawat	Panjang Badan Pesawat	Muatan Maksimum Penumpang	Panjang Landasan Pacu (m)
1	DC-9-32	Dounglas	28,45	36,37	115 – 127	2.286,00
2	DC-9-50	Dounglas	28,45	40,23	130	2.164,08
3	DC-8-61	Dounglas	45,24	57,12	196 - 256	3.352,20
4	DC-8-62	Dounglas	45,24	46,16	189	3,505,20
5	DC-8-63	Dounglas	45,24	57,12	196 - 256	3,627,12
6	DC-10-10	Dounglas	47,35	55,55	270 – 345	2.743,20
7	DC-10-30	Dounglas	49,17	55,34	270 – 345	3.352,80
8	B-737-200	Boeing	28,35	30,48	86 – 125	1.706,88
9	B-727-200	Boeing	32,92	46,69	134 – 163	2.621,28
10	B-720 B	Boeing	39,88	41,68	131 – 149	1.859,28
11	B-707-120 B	Boeing	39,88	44,23	137 – 174	2.286,00
12	B-707-320 B	Boeing	43,41	46,64	141 – 189	1,859,28
13	B-747 B	Boeing	59,66	69,85	362 – 490	2.286,00
14	B-747 SP	Boeing	59,66	53,62	288 – 364	2,087,88
15	L-1011	Lockheed	47,35	53,75	256 – 330	2.286
16	Corovele B	Aerospatiale	34,29	32,99	86 – 104	2.087,88
17	Trident 2E	Hawker-Siddeley	29,87	34,98	82 – 115	2.286,00
18	BAC 111-200	British Aircraft	26,97	28,10	65 – 79	2.087,88
19	Supe VC-10	British Aircraft	42,67	52,32	100 – 163	2.499,36

20	A-300	Airbus Industrie	44,83	53,62	225 – 345	1.981,10
21	Concorde	British Aircraft Aerospatial	25,55	61,65	108 – 128	3.429,00
22	Mercure	Dassault	30,53	33,99	124 – 134	1.981,20
23	Ilyushin – 62	U.S.S.R	43,21	53,11	168 – 186	3,249,17

Sumber : Ir. Heru Basuki, 1986, “Merancang Merencana Lapangan Terbang”

2) Ukuran (*Size*)

Faktor-faktor yang mempengaruhi tentang ukurannya adalah sebagai berikut :

- *Wing-span* (jarak antara kedua ujung sayap)
- *Fuselage length* (sumbu panjang badan)
- *Height* (tinggi)

Hal ini mempengaruhi dalam perencanaan ukuran dari *parking apron* (tempat parkir pesawat) yang dengan sendirinya memberi pengaruh juga pada terminal (hangar, garasi) untuk pemeriksaan mesin pesawat. Ukuran juga akan menentukan lebar *runway* (landasan pacu) dan *taxiways* (jarak antara *runway* dan *apron*) maupun jarak antara *trafficway*.

3) Berat (*weight*)

Berat pesawat penting untuk merencanakan kekuatan dari perkerasan (*pavements*) yang akan dibuat sehingga dapat ditentukan tebal daripada perkerasan *apron*, *taxiway*, dan *runway*.

Berdasarkan panjang landasan pacu dapat ditentukan kelas bandar udara seperti pada Tabel 2.3

Kode Referensi Aerodome				
Kode elemen 1		Kode elemen 2		
Kode Nomer	Referensi Panjang Landasan Pacu untuk Digunakan Pesawat Udara	Kode huruf	Lebar sayap	Lebar Jarak antara roda-roda utama terluar
1	kurang dari 800 m	A	sampai dan kurang dari 15 m	Sampai dan kurang dari 4.5 m
2	800 m dan kurang dari 1.200m	B	sampai 15m dan kurang dari 24 m	sampai 4.5 m dan kurang dari 6 m
3	1.200 m dan kurang dari 1.800 m	C	24 m dan kurang dari 36 m	6 m dan kurang dari 9 m
4	1.800 m dan lebih	D	36 m dan kurang dari 52 m	9m dan kurang dari 14 m
			52 m dan kurang dari 65 m	9 m dan kurang dari 14 m
			65 m dan kurang dari 80 m	14 m dan kurang dari 16 m

(Sumber : Peraturan Dirjen Perhubungan Udara No. KP 29 tahun 2014)

2.6.3 Lebar landas pacu.

Tabel 2.4 Lebar *Runway*

KODE	KODE HURUF				
	A	B	C	D	E
1	18 m	18 m	23 m		
2	23 m	23 m	30m		
3	30 m	30 m	30 m	45 m	
4			45 m	45 m	45 m

(Sumber : Peraturan Dirjen Perhubungan Udara No. KP 29 tahun 2014)

Tabel tersebut menunjukkan tingkat kebutuhan lebar *runway* pesawat berdasarkan kelas bandar udara yang ditentukan berdasarkan panjang landasan pacu serta lebar sayap dari pesawat.

2.6.4 Kemiringan melintang dan memanjang landas pacu

Kemiringan melintang dan memanjang landasan pacu dapat dilihat pada Tabel 2.3 dibawah :

Tabel 2.5 Kemiringan melintang dan memanjang *runway*

Deskripsi	Kode Angka			
	4	3	2	1
Kemiringan Melintang				
Kode huruf A atau B	2%	2%	2%	2%
Kode huruf C,D atau E	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
Kemiringan				
Memanjang				
Kemiringan efektif maximum (i)	1%	1%	1%	1%
Kemiringan memanjang maksimum	1,25%	1,5%	2%	2%
Perubahan memanjang maksimum	1,5%	1,5%	2%	2%
perubahan kemiringan memanjang rata-rata maksimum per 30 m	0,1%	0,2%	0,4%	0,4%

(Sumber : Peraturan Dirjen Perhubungan Udara No. KP 29 tahun 2014

2.7 Jenis kekerasan landas pacu.

Disamping memenuhi persyaratan teknis dan operasional juga harus mempunyai suatu nilai yang menyatakan karakteristiknya yaitu :

1. Daya dukung/*bearing capacity* diuji dengan alat HWD
2. Kekesatan /*skid resistace* diuji dengan MU meter, *grip tester*
3. Kekerasan / *roughness* diuji dengan alat *profilometer*
4. Kerataan diuji dengan alat NAASRA

2.7.1 Bagian yang terpenting dalam fasilitas sisi udara *runway* adalah:

1. *Runway designation/number/azimuth.*

Penomoran pada landas pacu harus dilengkapi dalam membantu pergerakan pesawat yang akan melintas. penomoran ditandai dengan warna putih dalam bentuk 2 angka atau kombinasi 2 angka dan 1 huruf tertentu yang di tulis di *runway* sebagai identitas *runway*

- Untuk 2 paralel *runways* = L, R.
- Untuk 3 paralel *runways* = L,C, R.
- Untuk 4 paralel *runways* = L, R, L, R.
- Untuk 5 paralel *runways* = L, C, R, L, C atau L, R, C, L, R.

Untuk 6 paralel *runways* = L, C, R,

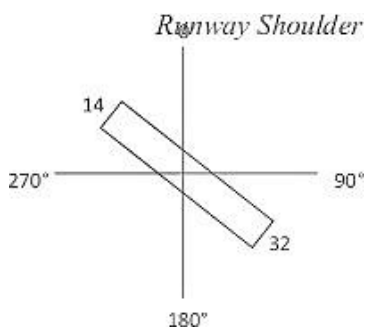
Keterangan : L = *Left*

R = *Right* C = *Centre Azimuth runway* :

135° dibulatkan 140° nomor *runway* 14

Sedangkan *runway* yang berlawanan adalah :

+ 180° = 320° nomor *runway* adalah 32



Gambar 2.0. Azimuth *Runway*

2. *Dimention (length, width).*

Panjang landas pacu harus memadai untuk memenuhi keperluan operasional pesawat sebagai mana *runway* yang dikehendaki. Menentukan panjang *runway* / RFL adalah: panjang *runway* yang diperhitungkan pabrik untuk menunjang pesawat yang akan mendarat. Tergantung dari :

- a. Ketinggian Altitude, ARFL bertambah 7 setiap kenaikan 300m dari permukaan laut.

$$Fe = 0.007 (h/300)$$

Faktor Koreksi Elevasi (Fe) Aerodrome Elevasi (h).

- b. Temperatur, ARFL bertambah 1% setiap kenaikan 1°C

$$FT = 0,01(T - 0,0065)$$

Faktor Temperatur (FT)

Temperatur Aerodrome Elevasi (T).

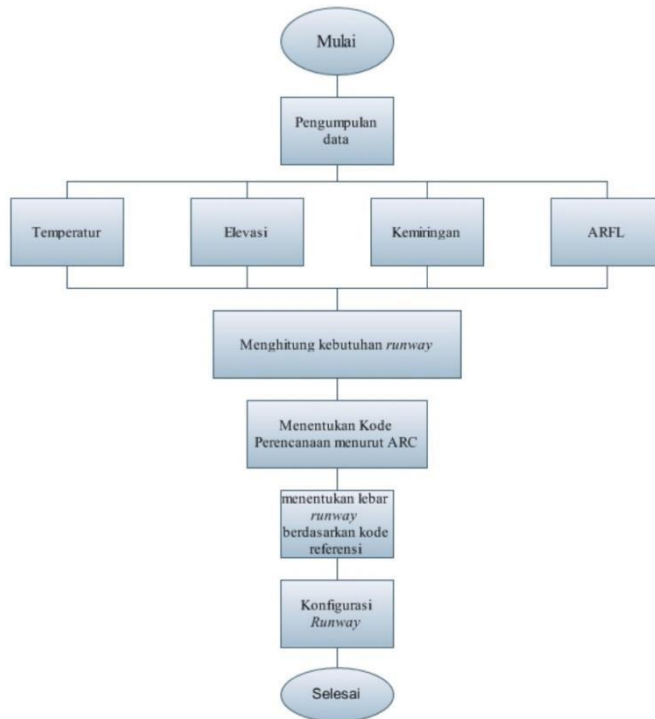
- c. Kemiringan landas pacu, ARFL bertambah 10% setiap pertambah kemiringan.

$$Fs = 0,1 \times S$$

$$\text{Panjang (terkoreksi)} = ARFL \times Fe \times Ft \times Fs$$

landas pacu (*runway*) haruslah tidak kurang dari ketentuan yang dipakai.

Untuk mengetahui dengan lebih jelas mengenai penentuan dimensi *runway* pada sebuah bandar udara dapat dilihat melalui bagan alir yang terdapat pada Gambar 2.9



Gambar 2.11. bagan alir penentuan dimensi landasan pacu

3. *Runway Shoulder/ bahu runway.*

Bahu landasan harus dibuat secara simetris pada masing-masing sisi dari *runway* dan kemiringan melintang maksimum pada permukaan bahu landasan pacu 2,5%. *Runway* yang melayani pesawat Jet – Propeller, dimana mesin pesawat ketika bergerak posisinya melebihi tepi landasan maka permukaan bahu landasan (*runway*) harus dibuat perkerasan bitumen (*paved shoulder*).

Tabel 2.6. *Runway Shoulder*

<i>Code Letter</i>	Penggolongan Pesawat	Lebar <i>Shoulder</i>	Kemiringan Maksimum (%)
A	I	3	2,5
B	II	3	2,5
C	III	6	2,5
D	IV	7,5	2,5
E	V	10,5	2,5
F	VI	12	2,5

(Sumber : Peraturan Dirjen Perhubungan Udara No. KP 29 tahun 2014)

Runway Strips / Jalur landas pacu.

Runway Strips / Jalur landasan pacu merupakan area yang disiapkan bagi pesawat yang tergelincir agar tetap aman. Untuk lebih jelasnya bentuk jalur landasan pacu dapat dilihat pada Gambar 2.3

Gambar 2.12. *Runway Strip*



4. *Stopway / overrun* / jalur untuk berhenti.

Lebar *Stopway* sama dengan Lebar *runway*. Syarat kemiringan memanjang dan melintang adalah seperti *runway*, kecuali:

- a. Syarat 0,8% pada kedua ujung landasan tidak berlaku untuk *overrun / Stopway*.

- b. Jari-jari peralihan *runway*, jalur untuk berhenti maksimum 0,3% per 30 m (minimum radius kurva 10.000 m) untuk penggolongan pesawat III, IV, V dan VI.

Tabel 2.7 Dimensi *Stopway/overrun*

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Lebar <i>Stopway</i> (m)	Panjang <i>Stopway</i> (m)	Kemiringan <i>Stopway</i> (%) / (m)	
A	I	18	30	-	-
B	II	23	30	-	-
C	III	30	60	0,3	per 30
D	IV	30	60	0,3	per 30
E	V	45	60	0,3	per 30
F	VI	45	60	0,3	per 30

(Sumber : Peraturan Dirjen Perhubungan Udara No. KP 29 tahun 2014)

- c. Kekuatan / permukaan harus mampu memikul beban pesawat yang direncanakan dalam keadaan Take Off dibatalkan tanpa merusak struktur pesawat.

5. Runway End Safety Area (RESA).

Untuk Bandar udara Code number 3 dan 4 panjang minimum

U r a i a n	Code letter / Penggolongan pesawat					
	A / I	B / II	C / III	D / IV	E / V	F / VI
Jarak minimum antara holding bay dengan garis tengah landasan						
a. landasan instrument (m)	90	90	90	90	90	90
b. landasan non-instrument (m)	60	60	90	90	90	90
Lebar minimum (m) atau (2 kali lebar <i>Runway</i>)	18	23	30	45	45	60
Kemiringan memanjang maksimum (%)	5	5	5	5	5	5
Kemiringan melintang maksimum (%)	5	5	5	5	5	5

RESA 90 m, sedan untuk kondisi tertentu (lainnya) panjang minimum 60 m.

Tabel 2.8 Dimensi RESA

(Sumber : Peraturan Dirjen Perhubungan Udara No. KP 29 tahun 2014)

6. *Turning Area* / Area untuk berputar

Area putaran untuk pesawat dilengkapi beberapa titik di *runway*, lebar dari area putaran harus terbebas dari rintangan terutama roda pesawat yang digunakan di *runway* sampai dengan tepi dari titik area putaran, dan itu tidak kurang dari ketetapan jarak seperti dalam Tabel berikut:

Minimum daerah bebas rintangan diantara roda dan tepi dari putaran adalah:

Tabel 2.9. *Turning Area* / Area Berputar

Code Letter	Penggolongan pesawat	Jarak minimum antara roda dan tepi putaran (m)
A	I	1.5
B	II	2.25
C	III	4.5 ^β
D	IV	4.5
E	V	4.5
F	VI	4.5

(Sumber : Peraturan Dirjen Perhubungan Udara No. KP 29 tahun 2014)

7. *Runway* Marking

Disesuaikan dengan Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan no. 29 Tahun 2014, ketentuan umum mengenai *runway* marking adalah sebagai berikut:

- a. Pada perpotongan dua (atau lebih) *runway*, marka *runway* yang lebih penting harus ditampilkan dan marka *runway* lainnya dihilangkan. Marka *runway* side *Stripe* marking yang lebih penting harus dilanjutkan melewati perpotongan.

- b. Pada perpotongan *runway* dan *Taxiway*, marka *runway* harus ditampilkan dan marka *Taxiway* dihilangkan.
- c. Urutan *runway* berdasarkan tingkat kepentingan untuk tampilan marka *runway* adalah sebagai berikut :
 - Pertama – precision approach *runway*;
 - Kedua – non-precision approach *runway*; dan
 - Ketiga – non-instrument *runway*.
- d. Marka *runway* haruslah berwarna putih pada semua beton, aspal atau permukaan *runway* yang dilapis.
- e. Marka *Taxiway*, marka turn-pad *runway* dan aircraft stand markings harus berwarna kuning.
- f. Pada permukaan *runway* yang berwarna terang, kejelasan dari marka berwarna putih harus ditingkatkan dengan memberi warna hitam dipinggirannya.
- g. Pada aerodrome dimana operasi berlangsung di malam hari, marka perkerasan harus dibuat dari bahan yang bersifat memantulkan cahaya/reflektif dan dirancang untuk meningkatkan kejelasan dari marka tersebut.
- h. Untuk mengurangi resiko pengereman yang tidak seimbang, harus diperhatikan dengan benar bahwa marka memiliki permukaan tidak licin yang memiliki koefisien gesek yang sama dengan permukaan sekitar.

Jenis Marka *Runway* yang ada adalah sebagai berikut:

- a. Marka *runway* designation
 - Marka *runway* designation harus dibuat pada threshold *runway* yang mendapat perkerasan.

Marka *runway* designation harus meliputi dua digit nomor dan pada *runway* paralel harus dilengkapi dengan huruf.

- Pada *runway* tunggal, *runway* paralel dual dan triple, dua digit nomer-nya adalah keseluruhan nomor yang terdekat dengan sepersepuluh magnetic North jika dilihat dari arah approach.
- Pada empat atau lebih *runway* paralel, satu set *runway* yang berdekatan diberikan nomer yang terdekat dengan sepersepuluh magnetic azimuth dan set *runway* berdekatan lainnya diberi nomer berikutnya yang terdekat dengan sepersepuluh magnetic azimuth.

- Jika aturan diatas memberikan angka satu digit, maka harus didahului dengan nol.
- Dalam kasus *runway* paralel, setiap nomor *runway* designation harus dilengkapi dengan huruf sebagai berikut, dalam urutan yang diperlihatkan dari kiri ke kanan jika dilihat dari arah approach :

iii. untuk dua *runway* paralel: “L” “R”;

iv. untuk tiga *runway* paralel: “L” “C” “R”;
untuk empat *runway* paralel: “L” “R” “

v. “R” Angka dan huruf harus berada dalam bentuk dan proporsi yang diperlihatkan dalam Gambar 2.3. Dimensinya tidak boleh kurang dari yang diperlihatkan dalam Gambar 2.4, tetapi jika nomornya disatukan dalam tandathreshold, maka dimensi yang lebih besardapat digunakan untuk mengisi kerenggangan antara garis-garis tanda *threshold*.

b. Marka *Runway* centre line

- Marka *runway* centre line harus dibuat pada *runway* yang diperkeras.
- Marka *runway* centre line dapat dihilangkan dalam kasus lebar *runway* 18 m dimana terdapat marka side *Stripe* di sisi *runway*.
- Marka *runway* centre line harus dibuat di sepanjang garis tengah *runway* antara marka *runway* designation.
- Marka *runway* centre line harus terdiri dari garis-garis yang berselang seling dengan panjang sama. Panjang keseluruhan garis putih dan jeda (gap) harus tidak boleh kurang dari 50 m dan lebih dari 75 m. Panjang setiap garis setidaknya harus sama dengan panjang jeda/gap atau sepanjang 30 m, tergantung mana yang lebih panjang. Garis pertama dimulai 12 m dari *runway* designation number.

Lebar garis harus tidak kurang dari:

threshold, maka dimensi yang lebih besar dapat digunakan untuk mengisi kerenggangan antara garis-garis tanda *threshold*.

c. Marka *Runway* centre line

- Marka *runway* centre line harus dibuat pada *runway* yang diperkeras. Marka *runway* centre line dapat dihilangkan dalam kasus lebar

runway 18 m dimana terdapat marka side *Stripe* di sisi *runway*.

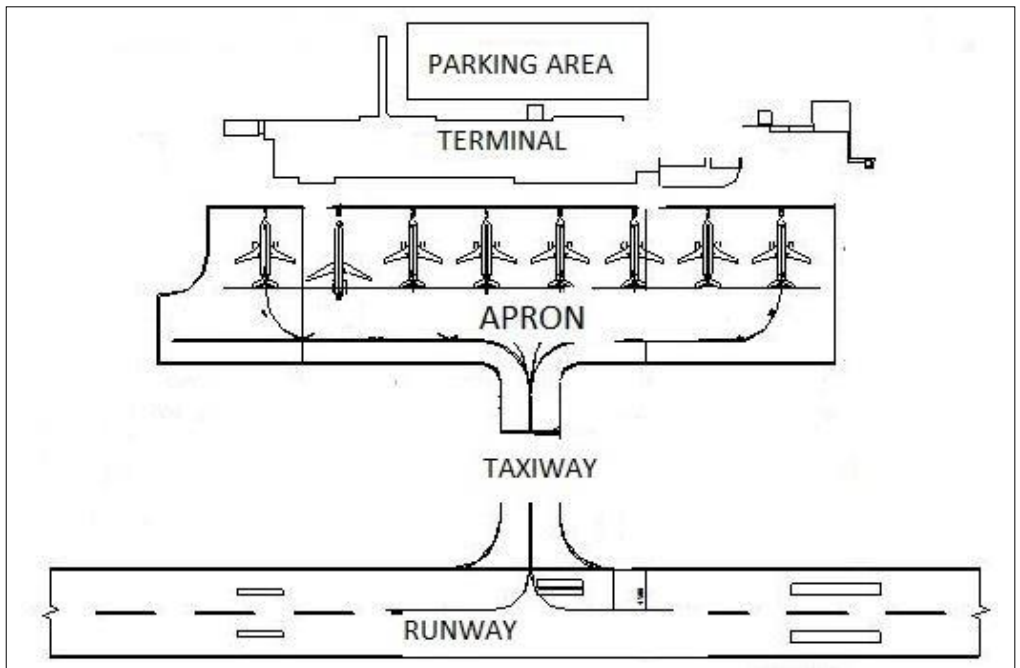
- Marka *runway* centre line harus dibuat di sepanjang garis tengah *runway* antara marka *runway* designation. Lihat Gambar 2.3.
- Marka *runway* centre line harus terdiri dari garis-garis yang berselang seling dengan panjang sama. Panjang keseluruhan garis putih dan jeda (gap) harus tidak boleh kurang dari 50 m dan lebih dari 75 m. Panjang setiap garis setidaknya harus sama dengan panjang jeda/gap atau sepanjang 30 m, tergantung mana yang lebih panjang. Garis pertama dimulai 12 m dari *runway* designation number.
- Lebar garis harus tidak kurang dari:
 - a. 0,90 m pada precision approach *runway* kategori II dan III;
 - b. 0,45 m pada non-precision approach *runway* yang mempunyai kode nomor 3 atau empat, approach *runway*.
 - c. 0,30 m pada non-precision approach *runway* yang mempunyai code number 1 atau 2, dan pada noninstrument *runway*.

2.8 Marka threshold

Marka threshold harus dibuat pada *runway* yang diperkeras.

- Jika memungkinkan, marka ini juga digunakan untuk mengindikasikan threshold permanen atau yang dipindahkan secara permanen pada *runway* dengan permukaan kerikil dan alami.
- Jika threshold marking yang normal tidak dapat difungsikan maka rambu *runway* dapat digunakan untuk menggambarkan ujung unsealed *runway*.
- Garis harus diperpanjang secara lateral sampai 3 m dari *runway* atau jarak 27 m di kedua sisi

- *Runway centerline*, manapun yang menghasilkan jarak lateral yang lebih kecil. Saat marka *runway designation* ditempatkan dalam marka *threshold* harus ada minimal tiga garis-garis pada setiap sisi garis *runway centerline*. Jika marka *runway designation* ditempatkan di atas marka *threshold*, garis-garis harus dilanjutkan di *runway*. Panjang garis harus minimal 30 m dan lebar 1,80 m serta jarak antar garis 1,80 m, kecuali jika garis terus melintasi *runway*, sebuah spasi ganda harus digunakan untuk memisahkan dua garis terdekat centerline dari *runway*, dan dalam kasus di mana marka *designation* termasuk dalam marka *threshold* maka jarak ini akan menjadi 22,5



Gambar 2.13 Gambar Bandar Udar