

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Struktur lapis keras adalah suatu struktur/konstruksi yang terdiri dari satu atau beberapa lapisan dengan daya dukung dan ketebalan yang berlainan dengan kualitas bahan makin ke atas semakin baik. Fungsi utama lapis keras adalah untuk mendukung beban lalu lintas yang bekerja di atasnya secara aman dan nyaman dalam segala macam kondisi cuaca, sehingga dapat dijamin bahwa tiap-tiap lapisannya mempunyai daya dukung dan ketebalan yang memadai sehingga tidak mengalami perubahan karena tidak mampu menahan beban yang berada di atasnya. Agar lapis keras dapat menjalankan fungsinya tersebut maka perlu dirancang dan dibangun sedemikian rupa, sehingga mampu menahan beban pesawat, lalulintas udara dan kondisi lingkungan sekitarnya.

Struktur lapis keras menurut bahan pengikatnya dapat dibedakan menjadi dua jenis (E.J. Yoder dan M.W. Witczak, 1975), yaitu:

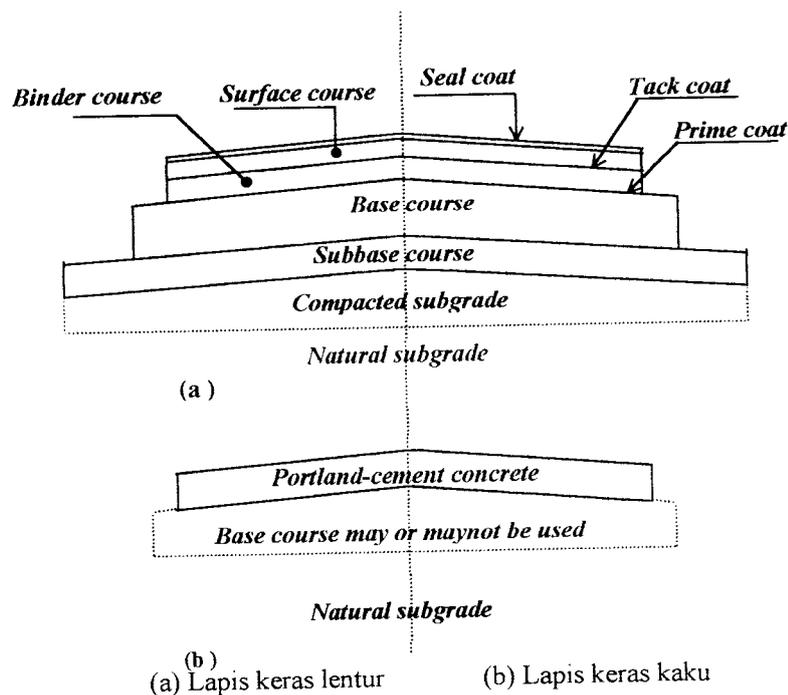
1. Lapis Keras Lentur (*Flexible Pavement*)

Lapis keras lentur (*flexible pavement*) adalah lapis keras yang menggunakan bahan pengikat aspal. Lapis keras lentur umumnya terdiri dari lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi atas (*base*

course), lapis pondasi bawah (*subbase course*), dan tanah dasar (*subgrade*).

2. Lapis Keras Kaku (*Rigid Pavement*)

Lapis keras kaku (*rigid pavement*), adalah lapis keras dengan bahan pengikat semen *portland* (*portland cement*). Lapis keras kaku, umumnya terdiri dari pelat beton semen *portland* dengan atau tanpa pondasi atas (*base course*) yang berlandaskan pada *subgrade*.



(a) Lapis keras lentur (b) Lapis keras kaku

Gambar 2.1 Struktur lapis keras

Sumber: E.J. Yoder dan M.W Witzak [1975]

2.2 Lapis Keras Lentur Landas Pacu

Struktur lapis keras landas pacu adalah suatu konstruksi yang dibuat untuk mendukung beban pesawat yang berhubungan dengan struktur, stabilitas, kriteria dimensi, kemampuan *manuver*, pengendalian dan operasi lainnya.

Beberapa keuntungan lapis keras lentur digunakan untuk landas pacu dibandingkan dengan jenis lapis keras kaku, antara lain:

1. Beban yang didukung merupakan beban dinamik (pesawat yang bergerak).
2. Pemeliharaan yang berkala relatif lebih mudah.
3. Bagi perusahaan penerbangan, yaitu keawetan (*durability*) roda pesawat dengan permukaan landas pacu lebih lama.
4. Bagi *crew* dan penumpang, yaitu kenyamanan pada saat tinggal landas maupun mendarat lebih nyaman.

2.2.1 Struktur Lapis Keras Lentur

Lapis keras lentur landas pacu yang terdiri dari beberapa lapisan berfungsi menyediakan lapisan yang aman dan nyaman bagi pesawat untuk mendarat dan tinggal landas, dan selama umur rencana tidak mengalami kerusakan yang berarti. Fungsi dari tiap-tiap lapisan adalah sebagai berikut:

1. Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Lapis permukaan adalah lapisan paling atas dari suatu perkerasan yang terdiri dari *wearing course* dan *binder course*. Fungsi lapis permukaan dapat meliputi:

- a. Struktural, yaitu turut mendukung dan menyebarkan beban kendaraan yang diterima oleh perkerasan, baik gaya vertikal maupun horisontal. Lapis permukaan harus mempunyai sifat kuat, kaku, dan stabil.
- b. Non struktural, yang berfungsi sebagai lapisan yang kedap air, menyediakan permukaan tetap rata, membentuk permukaan tidak licin. Lapisan ini juga sebagai lapisan aus.

Pada bandar udara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru-Riau ketebalan lapis permukaan adalah 15 cm, yang terdiri dari:

- a. *Binder course*, menggunakan aspal *tread base* setebal 5 cm.
- b. *Wearing course*, menggunakan dua lapis aspal penetrasi yang masing masing lapisan mempunyai tebal sebesar 5 cm.

2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapis pondasi atas adalah bagian dari perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah (atau dengan tanah bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah). Fungsi dari lapisan ini adalah menerima tekanan dari roda pesawat yang diterima lapisan permukaan dan menyebarkan ke lapisan di bawahnya (lapisan pondasi bawah) serta sebagai lapis peresapan bagi lapis pondasi bawah. Lapis pondasi atas dibuat dari material yang dipersiapkan (dicampur dengan semen atau aspal), atau bisa juga dibuat dari bahan-bahan alam tanpa campuran yang sebaiknya telah distabilisasi dan masih memenuhi syarat tebal minimum. *Federal Aviation Administration* FAA, menyatakan bahwa faktor ekuivalen yang menunjukkan rasio ketebalan substitusi dapat digunakan pada lapis pondasi bawah yang distabilisasi. Ketebalan lapis pondasi atas yang telah distabilisasi dapat dihitung dengan membagi kebutuhan ketebalan dasar dengan faktor ekuivalen, yang dirangkum dalam tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 Faktor ekuivalen untuk lapis pondasi atas

No	Material	Faktor Ekuivalen
1	Lapis permukaan berbitumen	1.2 – 1.6
2	Lapis pondasi atas berbitumen	1.2 – 1.6
3	Lapis pondasi atas berbitumen, digelar dingin	1.0 – 1.2
4	Lapis pondasi atas, digelar setempat	1.0 – 1.2
5	Lapis pondasi atas, dengan bahan pengikat semen	1.2 – 1.6
6	Lapis pondasi atas dari campuran tanah dan semen	Tidak berlaku
7	Lapis pondasi atas dari batu pecah	1.0
8	Lapis pondasi bawah dari batu granular	Tidak berlaku

Sumber: *Federal Aviation Administration*, 1978, AC 150/5320-OC

Pada bandar udara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru-Riau ketebalan untuk lapis pondasi atas adalah 25 cm, dengan menggunakan bahan batu pecah (*crushed stone*) dan nilai CBR 80 %.

3. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis pondasi bawah terletak diantara lapis pondasi atas (*base course*) dan tanah dasar (*subgrade*). Lapisan ini berfungsi untuk meneruskan beban yang diterima dari lapis di atasnya (lapis permukaan dan lapis pondasi atas) dan meneruskan ke tanah dasar (*subgrade*). Penggunaan material yang telah distabilisasi akan memberikan keuntungan pada tebal akhir lapisan ini.

Federal Aviation Administration (FAA), menyatakan bahwa faktor ekuivalen yang menunjukkan rasio ketebalan substitusi dapat digunakan pada lapis pondasi bawah yang distabilisasi. Ketebalan material yang telah distabilisasi dapat dihitung dengan membagi kebutuhan tebal dasar batu granular dengan faktor ekuivalen, yang dirangkum pada tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.2 Faktor ekuivalen untuk lapis pondasi bawah

No	Material	Faktor Ekuivalen
1	Lapis permukaan berbitumen	1.7 – 2.3
2	Lapis pondasi atas berbitumen	1.2 – 2.3
3	Lapis pondasi atas berbitumen, digelar dingin	1.5 – 1.7
4	Lapis pondasi atas, digelar setempat	1.5 – 1.7
5	Lapis pondasi atas, dengan bahan pengikat semen	1.6 – 2.3
6	Lapis pondasi atas dari campuran tanah dan semen	1.5 – 2.0
7	Lapis pondasi atas dari batu pecah	1.4 – 2.0
8	Lapis pondasi bawah dari batu granular	1.0

Sumber: *Federal Aviation Administration, 1978, AC 150/5320-OC*

Pada bandar udara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru-Riau ketebalan untuk lapis pondasi atas adalah 30 cm, dengan menggunakan bahan batu granular dan nilai CBR 35 %.

4. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar adalah permukaan tanah semula, dapat merupakan permukaan galian atau permukaan tanah timbunan yang telah dipadatkan dan merupakan tanah dasar tempat perletakan/mendukung perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya.

Tekanan pada lapis tanah dasar akan berkurang sesuai dengan kedalamannya, kecuali bila kondisi tanah yang tidak biasa seperti *subgrade* berlapis/kerapatan/kadar air yang bervariasi. Selain itu, kemampuan tanah untuk menahan gesekan dan deformasi akan bervariasi, sesuai dengan kadar kelembaban dan kerapatannya. Kondisi ini harus diperiksa selama penelitian tanah.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada tanah dasar di lokasi landas pacu dan sekitarnya di bandar udara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru-Riau, maka didapatkan nilai CBR untuk tanah dasar (*subgrade*) sebesar 8-10 %.

2.2.2 Tegangan – Tegangan pada Lapis Keras Lentur

Struktur lapis keras lentur yang didirikan di atas tanah dasar, dimaksudkan agar tegangan yang terjadi sebagai akibat dari beban lalu lintas di atasnya dapat disebarkan secara merata kebawah (tegangan yang diterima akan semakin kecil ke bawah) sehingga beban yang diterima oleh tanah dasar (*subgrade*) tidak melampaui daya dukung tanah yang ada.

Jenis tegangan yang mempengaruhi lapis keras landas pacu (R. Horonjeff dan F.X. Mc Kelvey, 1994), antara lain:

1. Tegangan akibat pembebanan roda pesawat.
2. Tegangan akibat perbedaan temperatur dan kelembaman.
3. Tegangan akibat gesekan dan pengereman.

1. Tegangan Akibat Pembebanan Roda Pesawat

Secara analitis tebal lapis perkerasan dirancang atas dasar tekanan, regangan, dan perpindahan pada bidang pemisah di bawah pusat daerah yang dibebani. Dua kriteria rancangan utama yang dipergunakan adalah nilai *modulus elastisitas* dan *poisson's ratio* untuk setiap lapisan, yang diuraikan sebagai berikut:

- a. Regangan tarik horisontal pada bagian bawah lapisan dengan bahan pengikat aspal. Besarnya regangan tarik horisontal tergantung dari karakteristik kelelahan dari campuran aspal, dengan nilai batas menurut Shell Oil Company sebesar $2,3 \times 10^{-4}$ in/in, pada pengulangan regangan 10^6 kali. Jika regangan ini melebihi nilai batas, maka akan terjadi retak pada lapisan aspal.

- b. Regangan tekan vertikal pada permukaan tanah dasar (*subgrade*).
Besarnya regangan vertikal tergantung pada jumlah pembebanan, dengan nilai batas menurut Shell Oil Company ditetapkan sebesar $10,3 \times 10^{-4}$ in/in pada pengulangan regangan 10^6 kali. Jika regangan ini melebihi batas, maka deformasi permanen akan terjadi pada *subgrade*, dan akhirnya dapat menimbulkan deformasi permanen pada lapis permukaan, yang mengakibatkan bentuk lapis permukaan yang bergelombang.

2. Tegangan Akibat Perbedaan Temperatur dan Kelembaman

Kondisi lingkungan yang melingkupi lapis keras sangat berpengaruh terhadap lapis permukaan. Hal ini disebabkan lapis keras terletak pada tempat yang tidak terlindung, maka perbedaan temperatur dan kelembaman sangat mempengaruhi bentuk dari lapis permukaan. Selain itu, suhu dan tekanan udara yang sangat tinggi akan menambah gaya pengereman yang besar, sehingga kemampuan udara untuk melawan gaya sangat kecil.

3. Tegangan Akibat Gesekan dan Pengereman

Tegangan akibat gesekan ini, ditimbulkan oleh pesawat pada saat *manuver* (tinggal landas/mendarat). Gaya gesek yang terbesar diberikan oleh roda pada saat pesawat mendarat, dan melakukan pengereman. Hal ini dapat dilihat dengan adanya pancaran kilat api antara roda pendaratan pesawat dengan lapis keras landasan pacu, terutama pada malam hari.

2.2.3 Kerusakan – Kerusakan pada Lapis Keras Lentur

Pemeliharaan dan pemantauan terhadap kinerja landas pacu dapat dilakukan secara periodik, agar kerusakan-kerusakan yang terjadi pada lapis keras dapat segera diketahui dan diperbaiki. Beberapa jenis kerusakan yang sering terjadi pada lapis keras lentur landas pacu, antara lain:

1. Retak kulit buaya (*alligator cracking*).
2. Retak pinggir (*edger cracking*).
3. Lendutan permanen/alur bekas roda (*rutting*).

1. Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

Retak kulit buaya adalah retak yang membentuk celah-celah saling berangkaian atau kotak kecil kecil yang menyerupai kulit buaya. Retak ini disebabkan oleh mutu bahan lapis keras yang kurang baik, pelapukan permukaan, dan lapisan keras kurang stabil atau dalam keadaan jenuh air. Daerah terjadinya retak ini pada umumnya tidak terlalu luas, mungkin hal ini disebabkan oleh repetisi beban lalu lintas yang melampaui batas beban yang dapat didukung oleh lapis permukaan.

2. Retak Pinggir (*Edger Cracking*)

Retak pinggir, adalah retak arah memanjang atau melintang pada landas pacu, biasanya retak ini diikuti dengan retak cabang yang mengarah ke bahu lapis keras. Retak ini disebabkan oleh sistem drainasi yang kurang baik dan perbedaan penurunan (*differential settlement*) pada tanah dasar.

3. Lendutan Permanen / Alur Bekas Roda (*Rutting*)

Kerusakan ini terjadi karena lapisan menerima beban yang berlebihan atau tidak sesuai dengan perancangan semula. Salah satu faktor penyebab utama lendutan pada struktur lapis keras disebabkan adanya pergerakan bahan pembentukan lapis keras dalam jumlah yang tidak diinginkan.

Alur dapat merupakan tempat menggenangnya air hujan yang jatuh di atas permukaan landas pacu, sehingga mengurangi tingkat kenyamanan, dan akhirnya dapat menimbulkan retak.

2.3 Dasar –Dasar Perancangan Tebal Lapis Keras Lentur

Perencanaan bandar udara merupakan suatu proses yang demikian rumitnya, sehingga analisis suatu kegiatan harus memperhatikan pengaruhnya terhadap kegiatan lainnya. Perencanaan bandar udara akan berhasil dengan baik, jika didasarkan pada pedoman-pedoman yang dibuat berdasarkan rencana induk dan sistem bandara secara menyeluruh.

Ir. Heru Basuki (1985), menyatakan bahwa rencana induk adalah konsep pengembangan lapangan terbang secara ultimit, dalam arti pengembangan di seluruh areal lapangan terbang, operasi penerbangan, dan tata guna tanah sekitarnya. Rencana induk yang menjadi pedoman pengembangan dikemudian hari adalah bagian operasi penerbangan yang memadai selaras dengan lingkungan dan pengembangan masyarakat, serta sarana transportasi penunjang lainnya. Secara rinci tujuan rencana induk dari suatu bandar udara adalah sebagai berikut:

1. Pedoman untuk pengembangan fasilitas fisik bandar udara.

2. Pedoman bagi tata guna tanah dan pengembangannya, di dalam dan sekitar bandara.
3. Petunjuk mengenai pengaruh lingkungan dari pembangunan bandar udara dan operasi penerbangan.
4. Petunjuk mengenai kebutuhan pembuatan jalan masuk dan keluar dari bandar udara (*access interface*).
5. Pedoman tentang kelayakan ekonomi, dan finansial yang diinginkan dari pengembangan bandar udara.
6. Pedoman untuk membuat rencana perbaikan-perbaikan secara prioritas.

Rencana induk (*master plan*) dari bandar udara (Ir. Heru Basuki, 1985), paling sedikit harus berisi antara lain:

1. Ramalan tahunan dan jam-jam sibuk harian yang mencakup operasi penerbangan, jumlah penumpang, volume barang, dan lalu lintas darat.
2. Alternatif pemecahan persoalan dari kebutuhan-kebutuhan yang diramalkan secara memadai dan memuaskan dengan memperhatikan pengaruh-pengaruhnya terhadap lingkungan, keselamatan, dan ekonomi.
3. Analisis biaya investasi dan keuntungannya.
4. Pengaruh lingkungan dan cara mengatasinya.

Proses perencanaan sistem bandar udara yang berkesinambungan diperlukan untuk memenuhi kebutuhan transportasi udara yang dapat berubah sesuai dengan perubahan permintaan pelayanan penerbangan, kebijaksanaan pemerintah, teknologi baru dan berbagai faktor lainnya.

Setiap perencanaan harus selalu disertai alternatif perencanaan lebih lanjut. Pilihan terhadap perencanaan yang ada memberikan rasio terbesar antara keuntungan terhadap investasi, dan ada yang memiliki kemungkinan rasio terbesar untuk dipilih sebagai rancangan perencanaan.

Perancangan lapis keras landas pacu, dirancang berdasarkan:

1. Kapasitas lalu lintas udara.
2. Karakteristik pesawat terbang.
3. Kondisi dan daya dukung tanah dasar.
4. Bahan lapis keras.

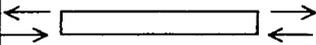
2.3.1 Kapasitas Lalu Lintas Udara

R. Horonjeff dan F.X Mc Kelvey (1994), mendefinisikan kapasitas dalam dua definisi. Pertama, kapasitas adalah jumlah operasi pesawat terbang selama jangka waktu tertentu, yang berkesesuaian dengan tingkat penundaan rata-rata yang dapat diterima (kapasitas praktis). Kedua, kapasitas adalah jumlah operasi pesawat terbang maksimum yang dapat dilakukan pada suatu bandar udara selama jangka waktu tertentu, ketika terdapat permintaan akan pelayanan yang berkesinambungan itu, berarti selalu terdapat pesawat yang siap untuk tinggal landas (kapasitas ultimit).

Perbedaan penting kedua definisi kapasitas tersebut, bahwa kapasitas praktis dinyatakan dalam penundaan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kapasitas *ultimit* mencerminkan kemampuan bandar udara untuk melayani pesawat selama jangka waktu tertentu pada kegiatan puncak.

Hubungan antara konfigurasi landas pacu dengan kapasitas tahunan praktis landas pacu untuk perencanaan jangka panjang, dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2.3 Kapasitas tahunan praktis landas pacu untuk perencanaan jangka panjang.

Konfigurasi Landas Pacu	Mix Index, % (C + 3D)	Kapasitas, operasi per jam		Volume pelayanan Tahunan, operasi Per Tahun
		VFR	IFR	
 <i>Arrivals = Departures</i>	0 – 2	98	59	230.000
	21 – 50	74	57	195.000
	51 – 80	63	56	205.000
	81 – 120	55	53	210.000
	121 – 180	51	50	240.000

(Hanya untuk konfigurasi landas pacu tunggal/single runway)

Sumber: R. Horonjeff dan F.X McKelvey, 1994, *Planning and Design of Airport*, 4th Ed.

Kapasitas lalu lintas udara pada bandar udara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru-Riau dirangkum dalam tabel 2.4 berikut ini:

Tabel 2.4 Kapasitas lalu lintas udara pada bandar udara Sultan Syarif Kasim II tahun 2000

Tipe Pesawat Terbang	Pergerakan Tahun 2000
B-737-300, B-737-500	1274
B-737-200, F-100	1440
F-28-4000, F-70	2580
F-50, F-27, CN-235	722

Sumber: PT (Persero) Angkasa Pura II Bandar udara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru-Riau (2000)

2.3.2 Karakteristik Pesawat Terbang

Pengetahuan umum mengenai karakteristik pesawat terbang merupakan suatu hal yang penting dalam merencanakan fasilitas-fasilitas yang digunakan oleh pesawat terbang. Karakteristik pesawat terbang akan mempengaruhi ukuran tempat parkir (*apron*), lebar landas pacu (*runway*), dan landas penghubung (*taxiway*).

Karakteristik pesawat terbang yang berhubungan dengan lapis keras bandar udara antara lain:

1. Beban pesawat
2. Konfigurasi roda pendaratan utama pesawat.

1. Beban pesawat

Beban pesawat digunakan untuk menentukan tebal lapis keras landas pacu yang dibutuhkan. Beberapa jenis beban pesawat yang berhubungan dengan pengoperasian pesawat, antara lain:

- a. Berat Kosong Operasi ($OWE = \text{Operating Weight Empty}$) adalah beban utama pesawat, termasuk awak pesawat dan konfigurasi roda pesawat (tidak termasuk muatan dan bahan bakar).
- b. Muatan (*Payload*) adalah beban barang dan penumpang yang diperbolehkan untuk diangkut oleh pesawat sesuai dengan persyaratan angkut pesawat.
- c. Berat Bahan Bakar kosong ($ZFW = \text{Zero Fuel Weight}$) adalah batasan beban, spesifik pada setiap jenis pesawat, di atas batasan berat itu

tambahan berat harus berupa bahan bakar, sehingga ketika pesawat sedang terbang, tidak terjadi momen lentur yang berlebihan pada sambungan.

- d. Berat Lereng Maksimum (MRW = *Maximum Ramp Weight*) adalah beban maksimum untuk melakukan gerakan (*manuver*), atau berjalan dari parkir landasan pacu ke pangkal landasan pacu. Selama proses tersebut terjadi pembakaran bahan bakar sehingga pesawat akan kehilangan berat.
- e. Berat Maksimum Lepas Landas (MTOW = *Maksimum Take Off Weight*) adalah beban maksimum pada awal tinggal landas, sesuai dengan bobot pesawat, dan persyaratan kelayakan penerbangan. Beban ini meliputi berat operasi kosong, bahan bakar untuk perjalanan dan cadangan (tidak termasuk bahan bakar yang digunakan untuk gerakan awal), dan muatan.
- f. Berat Maksimum Pendaratan (MLW = *Maximum Landing Weight*) adalah beban maksimum pada saat roda pesawat menyentuh lapis keras (mendarat), sesuai dengan bobot pesawat dan persyaratan kelayakan penerbangan.

Untuk lebih jelasnya mengenai pengertian beban pesawat saat pengoperasian, dirangkum dalam tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2.5 Beban pesawat saat pengoperasian

Komponen Pesawat	Berat Dasar	Crew	Gear	Muatan	Bahan Bakar				
					Man	t.o	Trav	Ld	Res
OWE	*	*	*	-	-	-	-	-	-
Payload	-	-	-	*	-	-	-	-	-
Max.Payload	-	-	-	*max	-	-	-	-	-
ZFW	*	*	*	*max	-	-	-	-	-
MRW	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MTOW	*	*	*	*	-	*	*	*	*
MLW	*	*	*	*	-	-	-	*	*

Catatan: man = *manuver* (gerakan), t.o = *Take Off* (tinggal landas), trav = *Travelling* (perjalanan), Ld = *Landing* (mendarat), res = *Reserve* (cadangan), Tanda (*) = diperhitungkan, dan Tanda (-) = tidak diperhitungkan.

Untuk Karakteristik beban pesawat yang dilayani bandar udara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru-Riau dan kan digunakan dalam analisis dirangkum dalam tabel 2.6 berikut ini:

Tabel 2.6 Karakteristik pesawat berdasarkan beban dan konfigurasi roda pendaratan utama

Tipe Pesawat	MTOW (lbs)	Landing Gear			
		Tipe	T.Roda (psi)	% NG	% MG
B-737-300	124,500	<i>Dual Wheel</i>	166	7.4	46.3
B-737-200	100,000	<i>Dual Wheel</i>	160	9	45.5
F-28-4000	73,000	<i>Dual Wheel</i>	100	7.4	46.3
F-27-500	45,900	<i>Dual Wheel</i>	78	5	47.5

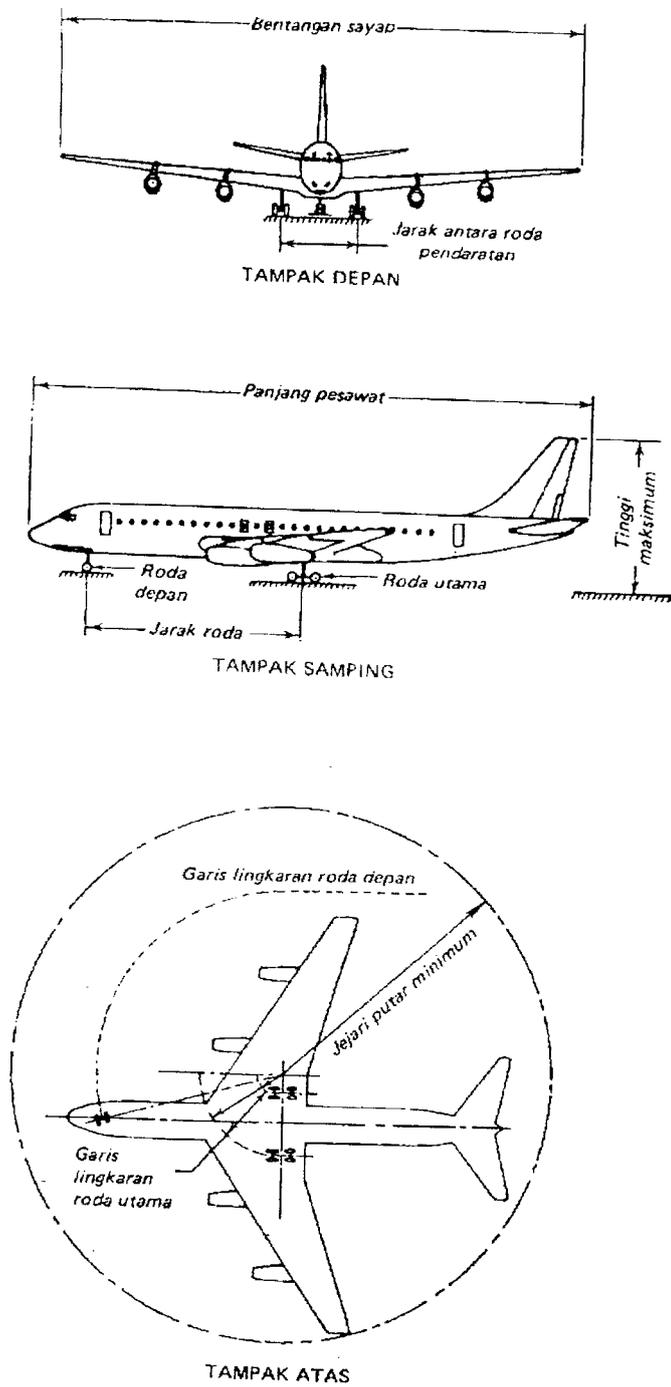
Sumber: ICAO dan Boeing

2. Konfigurasi Roda Pendaratan Utama Pesawat

Konfigurasi roda pendaratan utama pesawat sangat berpengaruh terhadap perancangan tebal lapis keras selain berat pesawat itu sendiri. 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.

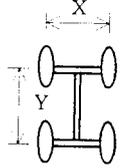
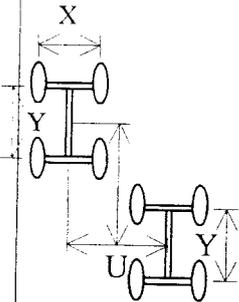
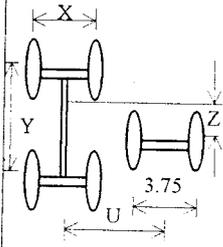
Geometri pesawat dapat dilihat pada gambar 2.2, sedangkan konfigurasi roda pendaratan utama, ukuran, dan tekanan pemompaan tipikal untuk beberapa jenis pesawat dirangkum dalam tabel 2.5.



Gambar 2.2 Geometri pesawat terbang

Sumber: R. Horonjeff dan F.X McKelvey, 1994, *Planning and Design of Airport*, 4th Ed.

Tabel 2.7 Konfigurasi roda pendaratan utama

Susunan Roda Pendaratan Utama	Type	Ukuran (inci)					Tekanan Pemompaan Tipikal (ib/in ²)
		X	Y	Z	U	Z	
 Dual Wheel	B- 727 B- 737 MD-81	34.0 30.5 28.1					168 148 170
 Dual Tandem	A- 300 A- 310 A- 320 B- 707-122B B- 707-320B B- 720B B- 757 B- 767 Concorde DC-8-61 DC-8-62 DC-8-63 DC-8-10-10 L-10011-500	36.5 36.5 30.7 34.0 34.6 32.0 34.0 45.0 26.4 30.0 32.0 32.0 54.0 50.2	55.0 55.0 39.5 56.0 56.0 49.0 45.0 56.0 65.7 55.0 56.0 55.0 64.0 70.0				181 172 149 170 180 145 161 183 184 188 187 196 173 184
 Double Wheel Tandem	B- 747-100 B- 747-200 B- 747-400 B- 747SP	44.0 44.0 44.0 44.0	58.0 58.0 58.0 58.0	121.1 121.1 121.1 121.1	141.0 141.0 141.0 141.0		192 204 195 205
	A-340 DC-10-30 DC-10-40	55.0 54.0 54.0	78.0 64.0 64.0	39.0 30.0 30.0	211.0 216.0 216.0	38.0 37.5 37.5	157* 165**

*) Tekanan roda tengah sebesar 134 psi mendukung 16 persen dari berat total

***) Tekanan roda tengah sebesar 140 psi mendukung 16 persen dari berat total

Sumber: R. Horonjeff dan F.X McKelvey, 1994, *Planning and Design of Airport*, 4th Ed.

2.3.3 Kondisi dan Daya Dukung Tanah Dasar

Tanah dasar adalah lapis dasar pendukung struktur lapis keras lentur, yang berguna sebagai lapisan terakhir untuk menahan beban yang diterima dari lapis pondasi bawah (*subbase course*). Untuk mengetahui kondisi dan daya dukung tanah dasar, harus dilakukan pengujian kepadatan tanah dengan cara menggali tanah pada lokasi landas pacu (test CBR di lapangan), dan mengambil sampel tanah untuk dilakukan test CBR di laboratorium.

Dengan mengetahui kepadatan tanah dasar akan menentukan ketebalan lapis keras tersebut, sehingga kondisi tanah dasar sangat diperlukan untuk perancangan lapis keras.

2.3.4 Bahan Lapis Keras

Perencanaan bahan lapis keras, dilakukan untuk menentukan bahan penyusun untuk setiap lapis keras tersebut. Dengan menentukan bahan penyusun untuk setiap lapis, dapat direncanakan ketebalan minimum yang dibutuhkan, sehingga mampu menjamin bahwa tegangan untuk setiap lapis tidak akan menimbulkan kerusakan yang terlalu dini.