

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. TINJAUAN PUSTAKA

Bandar Udara adalah lapangan terbang yang dipergunakan untuk mendarat dan lepas landas pesawat udara, naik turun penumpang, bongkar muat kargo, serta dilengkapi dengan fasilitas keselamatan penerbangan dan sebagai tempat perpindahan antar moda (SKEP-77-VI-2005).

Fasilitas sisi udara suatu bandara meliputi landas pacu (*runway*), penghubung landas pacu (*taxiway*), dan daerah pelataran parkir pesawat (*apron*). Dimensi dari *runway*, *taxiway*, dan *apron* tergantung dari jenis dan jumlah pesawat yang beroperasi pada suatu bandara.

Pertumbuhan pesat pada lalu lintas udara berpengaruh pada kebutuhan pesawat terbang, baik itu jenis, ukuran, kapasitas, dan jumlahnya. Hal ini berkaitan dengan dengan kebutuhan dengan fasilitas sisi udara dari bandara, antara lain:

- a. Karakteristik serta ukuran pesawat yang direncanakan yang akan beroperasi pada bandara.
- b. Perkiraan jumlah penumpang mempengaruhi kebutuhan dimensi apron.

2.2. PENELITIAN TERDAHULU

2.2.1. Desain Tebal Perkerasan dan Panjang *Runway* Menggunakan Metode FAA; Studi Kasus Bandara Internasional Kuala Namu Sumatera Utara

Bandar Udara Kuala Namu terletak di Deliserdang. Bandara ini akan melayani penerbangan internasional dan standar internasional yang dijadikan metode perencanaan tebal perkerasan landasan pacu adalah dengan menggunakan metode FAA yang dilakukan dengan dua cara, yaitu cara manual dan software FAARFIELD. Desain tebal perkerasan dan panjang *runway* bandara udara mengacu pada metode FAA (Federal Aviation Administration). Analisa perbedaan perhitungan dan hasil desain tebal perkerasan mengacu pada *Advicory Circular* No:150/5320-6D dengan *Advicory Circular* No:150/5320-6E/ cara FAARFIELD.

Penentuan tebal perkerasan runway dengan cara manual:

1. Menentukan nilai CBR *subbase* dan *subgrade*, tipe roda pendaratan, berat lepas landas, *Equivalent Annual Departure* dari pesawat rencana
2. Menentukan tebal perkerasan total (a)
3. Menentukan tebal subbase (b). tebal subbase adalah tebal (a)-tebal (b)

4. Menentukan nilai tebal permukaan (*surface course*) (c). untuk daerah kritis = 5inc, dan untuk daerah non kritis ditentukan = 4 inc
5. Menentukan tebal base course (d) dengan cara = (b)-(c). hasil ini dibandingkan dengan tebal *base course* minimum. Apabila nilai (d) hasil pengurangan lebih kecil daripada nilai (d) minimum, maka diambil (d) minimum. Kelebihan tebal ini tidak menambah tebal total, akan tetapi kelebihan tebal yang dibutuhkan oleh *base course* diambil dari tebal *subbase* (b), sehingga nilai tebal *subbase* (b) berkurang.

Dari hasil perhitungan menggunakan metode manual dengan menggunakan *software* terdapat perbedaan hasil dari *base course*. Jika menggunakan manual nilai yang didapat 38cm, menggunakan *software* 20cm.

2.2.2. Perencanaan Pengembangan Bandar Udara Pitu Kabupaten Pulau Morotai Provinsi Maluku Utara

Bandara Pitu di Pulau Morotai Maluku utara saat ini hanya mampu di darati oleh pesawat kecil jenis ATR 72-500/600 sehingga dianggap perlu untuk dilakukan Perencanaan pengembangan agar memajukan perekonomian di daerah tersebut. Rencana pengembangan bandara Pitu Morotai antara lain: *Runway*, *Taxiway*, *Apron*, Perkerasan landasan, Terminal penumpang, Gudang, Area

parkir, Marking landasan dan Perlampuan.

Hasil perhitungan mengacu pada standart *International Civil Aviation Organization* (ICAO) dengan pesawat rencana B 737-900 ER, diperoleh ukuran *runway* 2.800 x 4 m, *taxiway* 175 x 25 m, luas apron 285 x 98 m. tebal perkerasan menggunakan metode *Portland Cement Afiation* (PCA) dengan nilai 14,5 inc. luas total gedung terminal 56.250 m² (sudah termasuk dengan fasilitas pendukung), luas gudang 70 m², dan luas area parkir 22.500 m².

2.2.3. Perencanaan *Runway* Dan *Taxiway* Serta Perbaikan *Subgrade* Pada Bandar Udara Juwata, Tarakan.

Bandara Juwata Tarakan memiliki panjang landasan pacu sepanjang 2.250 meter dilahan yang telah ada seluas 116537 Ha. Dengan kondisi ekisting tersebut badara Juwata tidak bisa melayani penerbangan yang menggunakan pesawat – pesawat yang memiliki ARFL yang panjang sperti Boeing 737 – 300. Untuk itu, dilakukan perpanjangan landasan pacu dengan lahan tambahan untuk pengembangan seluas kurang lebih 183,261 Ha dengan data – data penerbangan yang didapat. Selain landasan pacu, direncanakan pula tebal perkerasan landasan untuk masa pakai hingga 20 tahun yang akan datang karena bandara ini kini juga melayani penerbangan pesawat berat sperti Boeing 737 – 900 ER

Perencanaan landasan pacu yang akan dilakukan terdiri dari:

Penentuan geometric *Runway* dan *Taxiway*

Panjang landasan lapangan terbang dibuat sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan oleh FAA AC 150/5324-4 atau ICAO, Aerodrome manual DOC 7920 – AN/865 Part I *Aircraft Characteristic*. Untuk menghitung panjang landasan langkah – langkahnya adalah sebagai berikut ;

1. Tentukan temperature, angin permukaan, kemiringan landasan dan area ketinggian lapangan terbang tujuan serta ARFL dari pesawat rencana (yang memiliki nilai ARFL terbesar).
2. Menentukan panjang *takeoff length runway* yang diperlukan dengan mengalikan ARFL pesawat dengan factor- factor koreksi.

Perencanaan Letak/Jarak *Taxiway* dari ujung *Runway*

Karena panjang touchdown yang dibutuhkan setiap pesawat berbeda – beda, tergantung dari kecepatan dan kapasitas mesin pesawat sehingga digunakan pesawat rencana yang memiliki panjang touchdown terbesar. Perhitungan jarak *exit taxiway* dari ujung runway adalah sebagai berikut : jarak dari ujung *runway* ke *exit taxiway* (S) : jarak *touchdown* + D.

Penentuan tebal perkerasan *runway*

Perencanaan tebal perkerasan dilakukan dengan metode FAA. Metode yang digunakan oleh organisasi penerbangan internasional ini cocok dipakai untuk segala cuaca dan berbagai kelas tanah yang ada dilapangan. Perhitungan dilakukan dengan dua cara, yaitu manual menggunakan grafik dan perhitungan dengan menggunakan software FAARFIELD yang didasarkan pada peraturan FAA AC 150/5323. Masing – masing cara memiliki beberapa langkah yang berbeda dalam menghasilkan tebal perkerasan rencana. Pada cara manual, langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Penentuan pesawat yang akan beroperasi
2. Distribusi penumpang tahunan ke 20 ke pesawat rencana dalam kelas pesawat
3. Penentuan keberangkatan tahunan ekuivalen seluruh pergerakan terhadap desain kritis
4. Penentuan kriteria desain perkerasan lentur
5. Penentuan tebal total perkerasan lentur
6. Penentuan tebal lapisan surface, base, dan subbase perkerasan lentur

2.2.4 Analisis Perencanaan Struktur Perkerasan Runway, Taxiway, dan Apron Bandara Sultan Syarif Kasim II Menggunakan Metode FAA

A1. Pendahuluan

Bandar udara (Bandara) merupakan sarana pokok penunjang transportasi udara yang berfungsi sebagai simpul pergerakan pesawat, penumpang, kargo atau barang (Permenhub 69, 2013).

Suatu bandar udara membutuhkan perencanaan yang baik, terutama dalam perencanaan fasilitas antarmodanya yaitu sisi darat dan sisi udara. Fasilitas sisi udara meliputi landas pacu (*runway*), landas hubung (*taxiway*) dan tempat parkir pesawat (*apron*) yang harus memenuhi standar, baik segi kekuatan maupun dimensi ukurannya.

Demikian pula dengan struktur perkerasan bandar udara yang merupakan prasarana yang sangat penting dalam pengoperasian suatu bandar udara (Dwinanta utama, 2013). Perkerasan memiliki peranan yang sangat penting untuk menyebarkan beban ke tanah dasar. Semakin besar kemampuan tanah dasar untuk memikul beban, maka tebal lapisan perkerasan yang dibutuhkan semakin tebal karena keseluruhan struktur perkerasan didukung sepenuhnya oleh tanah dasar, maka identifikasi dan evaluasi terhadap struktur tanah dasar adalah sangat penting bagi perencanaan tebal perkerasan (Basuki, 2008). Sebagai bandar udara Internasional yang arus pergerakan lalu lintasnya cukup padat, Bandara Sultan

Syarif Kasim II tentu memerlukan pembangunan dan pengembangan fasilitas bandar udara seperti perpanjangan *runway*, pengembangan *taxiway*, dan perluasan *apron* bandara. Perencanaan geometrik tidak hanya sebatas perencanaan dimensi yang dibutuhkan melainkan juga diperlukan pengetahuan akan perencanaan perkerasan yang akan digunakan. Dalam perencanaannya, perkerasan dibagi atas 2 jenis yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Dalam hal ini landasan pacu (*runway*) dan landasan hubung (*taxiway*) Bandara SSK II menggunakan perkerasan lentur sedangkan landasan parkir (*apron*) menggunakan perkerasan kaku (Permenhub 3, 2008). Oleh karena itu sejalan dengan adanya rencana pengembangan Bandara SSK II, perencanaan struktur perkerasan sangat dibutuhkan guna menghasilkan perkerasan yang kuat, stabil, dan tahan lama dalam mendukung beban pesawat.

A.2 Tujuan Tujuan

Penelitian ini adalah merencanakan tebal perkerasan *runway*, *taxiway*, dan *apron* di Bandara SSK II dan membandingkan dengan kondisi eksisting saat ini.

B. Tinjauan Pustaka

Perkerasan adalah struktur yang terdiri dari beberapa lapisan dengan kekerasan dan daya dukung berlainan (Basuki, 2008). Menurut Basuki (2008) perkerasan berfungsi sebagai tumpuan

ratarata pesawat, permukaan yang rata akan menghasilkan jalan pesawat yang comfort, sehingga harus dijamin bahwa tiap-tiap lapisan dari atas ke bawah cukup kekerasan dan ketebalannya sehingga tidak mengalami distress (perubahan lapisan karena tidak mampu menahan beban). Dalam perencanaannya, perkerasan dibagi atas 2 jenis yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan aspal dan agregat bermutu tinggi dan perkerasan kaku (*rigid pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai pengikat dengan slab-slab beton.

B.1 Perkerasan Lentur

Menurut (Basuki, 2008) dalam buku "Merancang Merencanakan Lapangan Terbang", perkerasan lentur adalah suatu perkerasan yang mempunyai sifat elastis, maksudnya adalah perkerasan akan melendut saat diberi pembebanan. Ada beberapa metode perencanaan perkerasan landasan pacu yaitu metode CBR, metode FAA, metode LCN, dan metode Asphalt Institute. Namun yang akan dijelaskan pada penelitian ini adalah metode FAA (*Federal Aviation Administration*). Metode FAA pada dasarnya adalah pengembangan dari metode CBR dan telah banyak dipakai untuk perencanaan tebal perkerasan bandar udara di dunia.

Untuk dapat menentukan tebal perkerasan, beberapa variabel yang perlu diketahui antara lain :

- a. nilai CBR subgrade dan subbase
- b. berat maximum take off weight pesawat (MTOW)
- c. jumlah keberangkatan tahunan (annual departure)
- d. tipe roda pendaratan tiap pesawat.
- e. drainase bandar udara

B.2 Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku (*rigid*) terdiri dari slab-slab beton digelar di atas granular atau *subbase course* yang telah distabilkan (dipadatkan), ditunjang oleh lapisan tanah asli dipadatkan yang disebut *subgrade* (Basuki, 2008). Perkerasan kaku biasanya dipilih pada ujung landasan, pertemuan ujung landasan, taxiway, apron, dan daerah lain yang dipakai untuk parkir pesawat atau daerah yang mendapat pengaruh panas blast jet dan limpahan minyak. Langkah-langkah perencanaan perkerasan kaku metode FAA adalah sebagai berikut :

1. Menentukan modulus tanah dasar (K) Kekuatan daya dukung tanah dasar pada struktur perkerasan kaku dinyatakan dengan modulus reaksi tanah dasar (k) melalui pengujian plate bearing. Menurut metode AASHTO T222-86 pengujiannya dilakukan pada daerah yang mewakili material pondasi yang akan menopang perkerasan (Basuki, 2008). Jika nilai k pada perencanaan belum dapat diukur, maka dapat digunakan nilai k hasil korelasi dengan nilai CBR, akan tetapi nilai korelasi ini harus diuji kembali di lapangan. Menurut (Siswosubroto, 2006)

dalam Sunu, nilai k dapat ditentukan berdasarkan nilai CBR apabila dalam keadaan terpaksa. Pendekatan nilai CBR dengan jenis tanah diberikan sesuai dengan tabel 2.1

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan CBR (Braja M Das, Mekanika Tanah Jilid 1)

CBR	General rating	Uses	Classification System	
			Unified	AASHTO
0-3	Very poor	Subgrade	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3-7	Poor to fair	Subgrade	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7-20	Fair	Subbase	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-50	Good	Base, Subbase	GM, GC, SW, SM, SP, GL	A1b, A2-5, A3, A2-6
50	Excellent	Base, Subbase	GW, GM	A1a, A2-4, A3

Sumber : Braja M. Das, Mekanika Tanah jilid 1

Untuk menentukan modulus tanah dasar (k) digunakan tabel karakteristik tanah untuk perkerasan pondasi yang dikeluarkan oleh FAA.

- Menentukan kekuatan lentur beton Dalam perencanaan perkerasan kaku, kekuatan beton tidak hanya dinyatakan dalam kuat tekan (*compressive strength*) tapi dalam kuat tarik (*flexural strength*), yaitu kuat tarik lentur yang diperlukan untuk mengatasi tegangan yang diakibatkan oleh beban roda dari lalu lintas rencana (Sunu, 2008). Pada dasarnya *flexural strength* berhubungan dengan umur beton. Tes ini dibuat pada umur beton 7, 14, 28 dan 90 hari. Namun hasil test 90 hari yang dipilih oleh FAA sebagai *flexural strength* (Basuki, 2008). Bila tidak mempunyai hasil *test flexural strength* umur 90 hari dianjurkan memakai $110\% \times$ hasil test beton umur 28 hari, sebagai umur perencanaan (Basuki, 2008). Hubungan antara *flexural strength* dan *compressive strength* yang biasa digunakan

dalam desain perkerasan sesuai dengan SNI 03-2847-2002 sebagai berikut:

$$MR = k\sqrt{fc'} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan :

MR : *Modulus of rupture (Flexural strength)*

k : *Konstanta (Menurut SNI untuk beton normal k=0,7)*

fc' : *Kuat tekan beton*

3. Menentukan MTOW tiap jenis pesawat yang dilayani
4. Menentukan ramalan annual departure tiap jenis pesawat yang dilayani
5. Menentukan tebal slab beton

C. Metode Penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber yang ada mulai dari melakukan peninjauan langsung ke Bandara SSK II, data angkutan udara dari instansi setempat, dan website resmi dari lembaga yang bersangkutan. Jenis data yang diperlukan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut. A. Data primer Metode pengumpulan data primer dilakukan melakukan wawancara dengan pihak Waskita Karya selaku kontraktor perpanjangan runway 360 m di Bandara SSK II. Data yang diperlukan yaitu data CBR tanah dasar. B. Data sekunder Data sekunder diperoleh dengan mengumpulkan beberapa data terkait dengan perencanaan bandar udara seperti data pergerakan pesawat dan penumpang yang

dilayani di Bandara SSK II. Data pergerakan pesawat yang digunakan yaitu pergerakan pesawat selama tahun 2013 untuk penerbangan berjadwal. pemilihan pada tahun tersebut karena alasan ketersediaan data pergerakan pesawat dalam 1 tahun. Selain itu juga tahun 2013 memiliki pergerakan pesawat terbesar antara tahun 2005-2015. Pergerakan pesawat pada tahun 2013 akan diproyeksikan hingga tahun 2035. Perencanaan tebal perkerasan terdiri dari perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Perkerasan lentur dipakai pada runway dan taxiway, sedangkan perkerasan kaku digunakan pada apron. Adapun metode perencanaan struktur perkerasan menggunakan metode FAA (*Federal Aviation Administration*) Advisor Circular No : 150/5320-6D.

D. Hasil dan Pembahasan

D.1 Perkerasan Runway

Jenis perkerasan landasan pacu (*runway*) di Bandara SSK II adalah perkerasan lentur. Langkah perhitungan perkerasan runway metode FAA adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jenis pesawat yang dilayani dan karakteristik masing-masing pesawat.

Dalam penentuan jenis pesawat yang dilayani, dilakukan dengan melihat jenis pesawat yang beroperasi di Bandara SSK II berdasarkan Data Angkutan Udara (DAU) pada tahun 2013. Pemilihan pergerakan pesawat ini dilakukan pada operasi

penerbangan berjadwal. Adapun Jenis dan karakteristik pesawat yang beroperasi dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Jenis Pesawat dan Karakteristik (CASA dan Annex 2014)

No	Aeroplane Types	REF CODE	Characteristic					
			ARFL (m)	Wings (m)	OMGWS (m)	Length (m)	MTOW (kg)	MTOW (lbs)
1	A 320 - 200	4C	2058	34,1	8,7	37,6	77.000	169.755,94
2	A 319	4C	2058	34,1	8,7	33,8	75.500	166.449,01
3	B 737 - 900 ER	4C	2249	34,3	5,72	40,67	85.139	187.699,37
4	B 737 - 800 NG	4C	2256	34,3	6,4	36,5	70.535	155.503,06
5	B 737 - 500	4C	2470	28,9	6,4	31,0	60.550	133.489,90
6	B 737 - 400	4C	2499	28,9	6,4	36,5	63.083	139.074,21
7	B 737 300	4C	2749	28,9	6,4	30,5	61.230	134.989,04
8	B 737 - 200	4C	2295	28,4	6,4	30,6	52.390	115.500,18
9	CRJ 1000	3B	1720	26,2	4,0	39,1	40.824	90.001,51
10	ATR 72-500	3C	1355	27,0	4,1	27,2	22.800	50.265,40
11	F 50	3C	1760	29,0	8,0	25,2	20.820	45.900,24

Sumber : CASA dan Annex 14

- Menentukan rata-rata pertumbuhan pesawat dan proyeksi pergerakan pesawat tahunan.

Pergerakan pesawat dilakukan dengan menghitung jumlah pergerakan pesawat selama tahun 2013 untuk penerbangan berjadwal. Rangkuman pergerakan pesawat baik penerbangan domestik maupun internasional dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Pergerakan Pesawat Tahun 2013(Rekapitulasi Angkutan Udara Bandara SKK II Pekanbaru

No.	Jenis Pesawat	Pergerakan Pesawat
1	A320	6509
2	A319	310
3	B737 - 900 ER	6401
4	B737 - 800 NG	4858
5	B737 - 500	337
6	B737 - 400	814
7	B737 - 300	1177
8	B737 - 200	239
9	CRJ 1000	1335

10	ATR 72 - 500	1880
11	F50	1272

Penentuan angka pertumbuhan (i) pergerakan pesawat dimulai dari tahun 2009-2013. Hal ini terkait dengan pembangunan new terminal building di Bandara SSK II yang dimulai tahun 2013. Rata-rata angka pertumbuhan Bandara SSK II (2009-2013) adalah 8,81 %. Angka ini yang selanjutnya digunakan untuk proyeksi pergerakan pesawat tahunan seperti yang diberikan pada tabel 2.4. Adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan pergerakan pesawat tahunan diberikan pada persamaan 2.

$$R_n = R_o(1 + i)^n$$

(2)

Tabel 2.4 Proyeksi Pergerakan Pesawat Tahunan (Brian Charles, 2016)

No	Jenis Pesawat	Pergerakan Pesawat	Rn
1	A320	6509	35164
2	A319	310	1675
3	B737 - 900 ER	6401	34580
4	B737 - 800 NG	4858	26244
5	B737 - 500	337	1821
6	B737 - 400	814	4397
7	B737 - 300	1177	6358
8	B737 - 200	239	1291
9	CRJ 1000	1335	7212
10	ATR 72 - 500	1880	10156

3. Penentuan nilai CBR

Berdasarkan data lapangan dari hasil wawancara dengan pihak Waskita Karya tahun 2015, data nilai CBR adalah sebagai berikut :

- a. Nilai CBR Subbase : 18%
- b. Nilai CBR Subgrade : 6%

4. Menentukan masing-masing tipe roda pendaratan pesawat.

Tipe roda pendaratan utama sangatlah menentukan dalam perhitungan tebal perkerasan karena penyaluran beban pesawat melalui diberikan melalui roda ke perkerasan. Masing-masing roda pendaratan pesawat campuran akan dikonversi ke roda pendaratan pesawat rencana. Saat ini pesawat yang beroperasi rata-rata memiliki tipe roda pendaratan yang sama yaitu dual wheel, sehingga konversi roda pendaratan yaitu 1,0.

5. Menentukan R2

R2 merupakan jumlah keberangkatan tahunan (annual departure) pesawat campuran dimana diperoleh dengan cara mengalikan proyeksi pergerakan pesawat tahunan dengan faktor konversi roda pendaratan.

$$R2 = \text{Pergerakan Pesawat Tahunan} \times \text{Faktor konversi Roda Pendaratan} \quad (3)$$

Hasil perhitungan pada persamaan tersebut disajikan dalam bentuk tabel 2.5.

Tabel 2.5. Annual departure pesawat campuran (Brian Charles 2016)

No	Jenis Pesawat	Rn	Faktor Konversi Roda Pendaratan	R2
1	A320	35164	1	35164
2	A319	1675	1	1675
3	B737 - 900 ER	34580	1	343580
4	B737 - 800 NG	26244	1	26244
5	B737 - 500	1821	1	1821
6	B737 - 400	4397	1	4397
7	B737 - 300	6358	1	6358
8	B737 - 200	1291	1	1291
9	CRJ 1000	7212	1	7212
10	ATR 72 - 500	10156	1	10156
11	F50	6872	1	6872

6. Menghitung beban roda pesawat campuran (W2). W2 merupakan beban roda pesawat campuran dimana dihitung dengan menggunakan persamaan

$$W2 = 0,95 \times MTOW \times 1 / M \times 1 / N \dots\dots\dots (4)$$

Persamaan tersebut disajikan dalam bentuk tabel 2.6.

Tabel 2.6 Beban Roda Pesawat Campuran (Brian Charles, 2016)

No	Jenis Pesawat	MTOW (lbs)	Roda Pendaratan		W2 (lbs)
			M	N	
1	A320	169755.94	2	2	40317.04
2	A319	166449.01	2	2	39531.64
3	B737 - 900 ER	187699.37	2	2	44578.60
4	B737 - 800 NG	155503.06	2	2	36931.98
5	B737 - 500	133489.90	2	2	31703.85
6	B737 - 400	139074.21	2	2	33030.12
7	B737 - 300	134989.04	2	2	32059.90
8	B737 - 200	115500.18	2	2	27431.29

9	CRJ 1000	90001.51	2	2	21.375.36
10	ATR 72 - 500	50265.40	2	2	11938.03
11	F50	45900.24	2	2	10901.31

7. Menghitung R1

R1 merupakan *Equivalent Annual Departure* (EAD) atau keberangkatan tahunan ekivalen oleh pesawat rencana dimana dihitung dengan menggunakan persamaan

$$\text{LogR1} = \text{LogR2} \left(\frac{W2}{W1} \right)^{0.5} \dots\dots\dots (5)$$

Dari persamaan diatas kemudian ditentukan EAD dengan masing-masing pesawat rencana. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan didapat pesawat B 737-900 ER sebagai pesawat rencana dengan 71.797,62 pergerakan.

8. Menghitung tebal perkerasan total Dalam penentuan tebal perkerasan metode FAA, dilakukan menggunakan grafik sesuai dengan tipe roda pendaratan pesawat rencana yaitu dual wheel gear. Tebal perkerasan total dihitung dengan memplotkan data CBR subgrade (data penyelidikan tanah), MTOW (*Maximum Take Off Weight*) pesawat rencana, dan nilai *Equivalent Annual Departure* ke grafik sesuai dengan pesawat rencana. Dari grafik (lampiran 1) didapat tebal perkerasan total adalah 40 inci.

Annual departure > 25.000 (71.797) maka tebal perkerasan total harus dikalikan dengan hasil interpolasi sesuai tabel 2.7.

Tabel 2.7 *Annual departure* > 25.000

<i>Annual Departure</i>	<i>Percent of 25000 Departure Thickness</i>
50000	104
100000	108
150000	110
200000	112

Berdasarkan interpolasi dengan annual departure 71.797,62 didapat *departure thickness* sebesar 1,057%. Sehingga total tebal perkerasan adalah : 40 inci x 1,057 = 42,280 inci.

9. Menghitung tebal perkerasan *subbase* Dengan nilai CBR *subbase* yang telah diketahui, MTOW, dan *Equivalent Departure* maka dari grafik yang sama dan memplotkan nilai-nilai tersebut didapat harga yang merupakan tebal lapis *subbase*. Tebal *subbase* sama dengan tebal perkerasan total dikurangi tebal lapisan *subbase* berdasarkan nilai plot grafik tersebut. Dari hasil plot grafik didapat 20 inci.

$$\text{Tebal subbase} = 42,280 \text{ inci} - 20 \text{ inci} = 22,280 \text{ inci}$$

10. Menghitung tebal perkerasan permukaan (*surface course*)

Untuk daerah kritis adalah 4 inci = 10,16 cm sedangkan untuk non kritis adalah 3 inci = 7,62 cm.

11. Menghitung tebal perkerasan *base course*

Tebal *base course* sama dengan lapisan di atas *subbase* atau tebal lapisan hasil plot grafik *subbase* dikurangi tebal permukaan (*surface*). Tebal *base course* = 20 inci – 4 inci = 16 inci.

12. Menghitung ketebalan daerah non kritis

Ketebalan daerah non kritis masing- masing lapisan didapat dengan mengalikan dengan faktor pengali 0,9 T untuk tebal base dan subbase. Untuk faktor pengali 0,7 T hanya berlaku pada base course karena dilalui oleh drainase melintang landasan. Tebal perkerasan tiap landasan dapat dilihat pada tabel 2.8.

Tabel 2.8 Tebal Perkerasan Tiap Landasan

Lapisan	Kritis (T)		Non Kritis (0.9T)		Pinggir (0.7T)	
	Inch	cm	Inch	cm	Inch	cm
Surface	4	10	3	8	2.8	7
Base Course	16	41	14	37	11.2	28
Subbase Course	22	56	20	50	15.4	39

13. Stabilisasi Landasan

Material *subbase* dan *base course* dalam pelaksanaannya di lapangan diadakan stabilisasi untuk mendapatkan lapisan yang lebih baik. Stabilisasi landasan tersebut terdiri dari :

- Faktor equivalent untuk base course diambil bahan P-201

Bituminous Base Course yaitu 1,2 maka tebal base course = yang

$$\text{distabilisasikan yaitu } \frac{16}{1.6} = 10\text{inch}$$

b. Faktor *equivalent* untuk *subbase course* diambil bahan P-209

Crushed Agregate Base Course yaitu 1,4 maka tebal *subbase*

yang distabilisasikan yaitu $\frac{22.280}{1.4} = 15.91inch$ 16 inch.

Jadi tebal perkerasan dengan *subbase* dan *base course* yang telah distabilisasi adalah :

$$Total = 4 + 10 + 15,91 = 29,91inch = 75,97cm = 76cm$$

Tebal masing – masing perkerasan setelah stabilisasi diberikan pada tabel 2.9.

Tabel 2.9 Perbandingan Tebal Perkerasan Setelah Distabilisasi

Lapisan Perkerasan	Perbandingan				Deviasi
	Eksisting		Perhitungan		
	Inch	cm	Inch	cm	
Permukaan (<i>Surface</i>)	4	10.16	4	10.16	0
Pondasi Atas (<i>Base</i>)	8.5	21.59	10	25.4	15
Pondasi Bawah (<i>Subbase</i>)	15.75	40	15.91	40.41	0
Total	28.25	71.75	29.91	75.97	15

Adapun hasil analisis perhitungan tebal perkerasan *runway* adalah sebagai berikut :

1. *Subbase* : 40 cm
2. *Base* : 25 cm
3. *Surface* : 10 cm

2.2.5 Analisis Kapasitas Runway Selatan Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta

Dewasa ini, bandar udara di Indonesia menjadi prasarana transportasi yang memiliki perkembangan sangat cepat. Meningkatnya jumlah penumpang pengguna transportasi udara berpengaruh pada tingginya jadwal penerbangan. Maka tak heran jika bandar udara di beberapa wilayah di Indonesia mengalami kenaikan tingkat kepadatan baik pada sisi udara maupun sisi daratnya. Menurut Airports Council International, Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta termasuk dalam 10 besar bandar udara tersibuk di dunia pada tahun 2013. Komponen utama bandar udara dalam menangani pergerakan pesawat ialah runway. Untuk dapat mengetahui kemampuan runway dalam melayani pergerakan pesawat maka perlu diketahui kapasitas eksistingnya. Pada Tugas Akhir ini, dilakukan perhitungan kapasitas eksisting runway selatan Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta berdasar metode analitis dan metode FAA. Kapasitas runway menurut metode analitis bergantung pada jarak separasi antar pesawat dan urutan antrian pesawat terbang, sedangkan menurut metode FAA bergantung pada konfigurasi runway di bandar udara terkait. Permintaan pergerakan pesawat terbang pada hari puncak ialah sebesar 41 pergerakan/jam. Dari hasil analisis yang dilakukan, kapasitas eksisting runway selatan Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta berdasar

metode analitis ialah 34 pergerakan/jam, sedangkan berdasar metode FAA kondisi VFR/IFR sebesar 95/88 pergerakan/jam. Kapasitas eksisting runway selatan berdasar metode analitis sudah tidak mampu melayani permintaan pergerakan yang ada. Oleh karena itu dilakukan upaya peningkatan dengan pengaturan jarak separasi antar pesawat sesuai standar FAA dan penambahan exit taxiway di lokasi ideal. Nilai kapasitas runway selatan setelah dilakukan pengaturan jarak separasi antar pesawat dengan standar FAA menjadi 45 pergerakan/jam atau terjadi peningkatan sebesar 32,4%. Penambahan exit taxiway di antara exit taxiway S1 dan S2 meningkatkan kapasitas runway selatan menjadi 55 pergerakan/jam atau meningkat 61,8%, sedangkan penambahan exit taxiway di antara exit taxiway S6 dan S7 meningkatkan kapasitas runway selatan menjadi 57 pergerakan/jam atau meningkat 76,5%. Berdasar data sekunder serta analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan metode analitis cocok digunakan untuk perhitungan kapasitas eksisting runway selatan Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta dengan hasil bahwa kapasitas sudah tidak mencukupi permintaan pergerakan pesawat sehingga perlu dilakukan upaya peningkatan dengan pengurangan jarak separasi antar pesawat dan penambahan *exit taxiway*.

2.2.6 Analisis Pengembangan Bandara Tunggul Wulung Cilacap Sebagai Bandara Komersial

Cilacap adalah daerah di Jawa Tengah yang berbatasan langsung dengan Provinsi Jawa Barat dan merupakan Kabupaten terluas se-Jawa Tengah. Wilayah Kabupaten Cilacap yang luasnya 2.253,61 km² terdiri dari 24 kecamatan yang merupakan perpaduan antara wilayah dataran rendah (pesisir pantai) dan dataran tinggi (perbukitan) mempunyai banyak potensi yang sangat baik untuk dikembangkan. Untuk mendukung perkembangan Kabupaten Cilacap dan sekitarnya di berbagai sektor tentunya diperlukan peranan dari setiap sisi moda transportasi, termasuk transportasi udara. Dalam transportasi udara, bandar udara komersial yang ada di Kabupaten Cilacap adalah Bandara Tunggul Wulung. Keberadaan Bandara Tunggul Wulung yang dikelola Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Kementerian Perhubungan sebagai akses transportasi masyarakat biasa, pebisnis dan pelaku sektor industri khususnya Pertamina. Saat ini, Bandara Tunggul Wulung memiliki ukuran landasan pacu (*runway*) sepanjang 1.400 m dan lebar 30 m. Bandara ini melayani penerbangan Cilacap-Jakarta (Bandara Halim Perdanakusuma) pergi pulang sebanyak dua kali sehari setiap harinya oleh maskapai Susi Air menggunakan pesawat Cessna C208B Grand Caravan dengan kapasitas penumpang 10 orang dan maskapai Pelita Air tujuan Jakarta (Bandara Halim Perdanakusuma) dengan

sistem kontrak kerja sama dengan Pertamina menggunakan pesawat ATR 72-500 dengan kapasitas penumpang 68 orang, pergi pulang sebanyak 2 kali dalam seminggu.

Kabupaten Cilacap, Banyumas dan Banjarnegara termasuk wilayah paling berpotensi di Jawa Tengah. Data BPS tahun 2006-2015 menyatakan sektor wisatawan mengalami rata-rata pertumbuhan tiap tahun sebesar 18,07% dan sektor industri dengan pertumbuhan rata-rata PDRB sebesar 33,65%. Untuk mendukung perkembangan potensi-potensi tersebut diperlukan peranan tiap sisi moda transportasi, termasuk transportasi udara yang berlokasi di Bandara Tunggul Wulung Cilacap. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis peningkatan jumlah penumpang dan pesawat terbang sampai tahun rencana 2035, mengevaluasi kondisi eksisting serta menganalisis kebutuhan fasilitas udara meliputi runway, taxiway dan apron sampai tahun rencana 2035 sesuai pesawat rencana yang digunakan. Pertumbuhan jumlah penumpang dianalisis menggunakan Metode Kesesuaian Dengan Variabel Bebas dengan menganggap prosentase pertumbuhan jumlah penumpang sama dengan pertumbuhan jumlah wisatawan. $Y = (X_n \times 18,07\%) + X_n$, Y: penumpang pada tahun yang dihitung, X_n : penumpang tahun sebelumnya dan 18,07%: prosentase pertumbuhan rata-rata wisatawan. Analisis untuk tahun rencana 2035 menghasilkan total penumpang datang dan berangkat berjumlah 324.128 orang. Untuk

pertumbuhan pergerakan jumlah pesawat terbang dianalisis dengan memperkirakan jumlah penumpang agar dapat ditampung sebanyak 80% (load factor 80%) tiap tahunnya oleh pesawat rencana ATR 72-500 dan Cessna C208B Grand Caravan. Sehingga menghasilkan total pergerakan pesawat pada tahun rencana 2035 sebanyak 8030 pergerakan dengan rincian 4380 untuk ATR 72-500 dan 3650 untuk Cessna C208B Grand Caravan. Rute yang ditempuh adalah Cilacap – Jakarta (60%), Cilacap – Bandung (20%) dan Cilacap – Semarang (20%). Sesuai hasil tersebut disimpulkan bahwa runway dan apron Bandara Tunggul Wulung Cilacap tidak mampu melayani kebutuhan sampai tahun rencana, sehingga runway dengan dimensi 1.400 m x 30 m perlu dilakukan penambahan panjang menjadi 1.600 m dengan lebar tetap 30 m dan apron dengan dimensi 125 m x 90 m juga perlu dilakukan penambahan panjang menjadi 257 m dengan lebar tetap 90 m, kemudian untuk taxiway dengan dimensi 110 m x 18 m tidak memerlukan pengembangan karena masih mencukupi. Frekuensi penerbangan yang sedikit pada tahun rencana 2035 menyebabkan hasil analisis tebal perkerasan tambahan rencana pada runway dan apron kurang dari tebal perkerasan eksisting. Oleh karena itu, tebal perkerasan tambahan runway dan apron pada penerapannya disamakan dengan tebal perkerasan eksisting. Tahapan pengembangan Bandara Tunggul Wulung Cilacap dimulai dengan perpanjangan pada daerah runway. Setelah itu, dilanjutkan dengan pengembangan pada

daerah apron. Pengembangan bandara dilakukan secara bertahap supaya biaya yang dikeluarkan tidak langsung banyak dalam satu waktu, tetapi bertahap menyesuaikan kebutuhan.

Landasan pacu (runway) dengan dimensi eksisting 1.400 meter x 30 meter perlu pengembangan menjadi 1.600 meter x 30 meter pada tahun rencana 2035. Apron dengan dimensi eksisting 125 meter x 90 meter perlu pengembangan menjadi 257 meter x 90 meter pada tahun rencana 2035. Landasan Hubung (*taxiway*) 110 meter x 18 meter tidak memerlukan penambahan panjang maupun lebar, karena masih mampu untuk melayani penerbangan sampai dengan tahun rencana 2035.

2.3 LANDASAN TEORI

2.3.1. Jenis Konstruksi Perkerasan

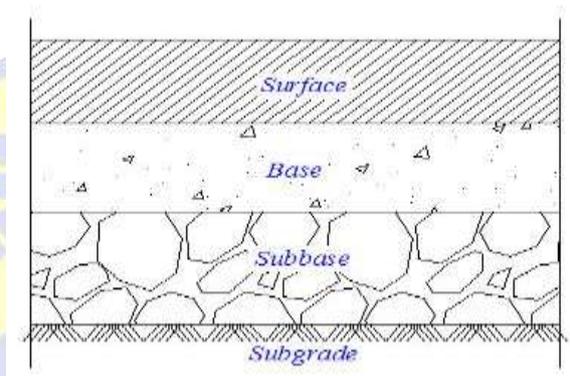
Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur adalah konstruksi perkerasan yang terdiri dari lapisan-lapisan perkerasan yang dihampar diatas tanah dasar yang dipadatkan. Lapisan tersebut dapat menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Kekuatan konstruksi perkerasan ini ditentukan oleh kemampuan penyebaran tegangan tiap lapisan, yang ditentukan oleh tebal lapisan tersebut dan kekuatan tanah dasar yang diharapkan. Struktur perkerasan beraspal pada umumnya terdiri atas:

Lapisan Tanah Dasar (*subgrade*), Lapis Pondasi Bawah (*Subbase*), Lapis Pondasi Atas (*Base*) dan Lapis Permukaan (*Surface*). Struktur perkerasan aspal dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Gambar 2.1. Struktur Perkerasan Lentur Sumber Penyusun Silvia, Sukirman Author: Sukirman, Silvia, 1999



2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

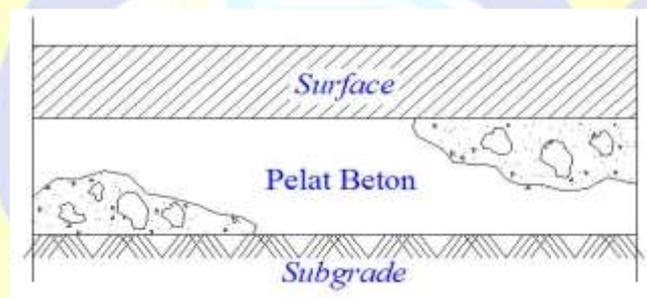
Perkerasan kaku adalah perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat. Beton dengan tulangan atau tanpa tulangan diletakkan di atas lapis pondasi bawah atau langsung di atas tanah dasar yang sudah disiapkan, dengan atau tanpa lapisan aspal sebagai lapis permukaan (Sumber : Aly. M. Anas. 2004. Jalan Beton Semen).

Perkerasan beton mempunyai kekakuan atau modulus elastisitas yang tinggi dari perkerasan lentur. Beban yang diterima akan disebarkan ke lapisan dibawahnya sampai ke lapis tanah dasar. Dengan kekakuan beton yang tinggi, maka beban yang disalurkan tersebut berkurang tekanannya karena makin luasnya areal yang menampung tekanan beban sehingga mampu dipikul oleh lapisan dibawah (tanah dasar) sesuai dengan kemampuan CBR (Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2003).

Pelat beton semen mempunyai sifat yang cukup kaku serta dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan-lapisan di bawahnya. Untuk tingkat kenyamanan yang tinggi, biasanya perkerasan kaku dilapisi perkerasan beraspal (Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2003).

Struktur perkerasan kaku terdiri atas: Lapisan Tanah Dasar (*subgrade*), pelat beton dan lapis permukaan. Struktur perkerasan kaku yang dilapisi perkerasan beraspal dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Gambar 2.2. Struktur Perkerasan Kaku yang Dilapisi Aspal (Komposit)
Sumber Departemen Pekerjaan Umum, 2003



2.3.2. Karakteristik Pesawat Terbang

Sebelum merencanakan pengembangan suatu lapangan terbang dibutuhkan karakteristik pesawat terbang secara umum untuk merencanakan prasarannya.

Tabel 2.10. Karakteristik pesawat terbang (*Boeing Airplane Characteristic*)

No	Tipe Pesawat	Kode Ref	Karakteristik Pesawat Terbang				
			ARFL	Wingspan	OMGWS	Length	MTOW
			m	m	m	m	kg
1	ATR 72	3C	1,355.00	27.00	4.10	72.20	22,800.00
2	B 747 - 400	4E	2,750.00	64.40	12.60	70.70	394,625.00

2.3.3 Berat Pesawat Terbang

Komponen dari berat pesawat yang menentukan dalam menghitung pengembangan rencana panjang landasan pacu (*runway*) dan kekuatan perkerasannya adalah;

a. *Operating Weight Empty* (berat kosong operasi)

Adalah berat dasar pesawat terbang, termasuk crew pesawat dan peralatannya akan tetapi tidak termasuk penumpang dan bahan bakar.

b. *Pay Load* (Muatan)

Adalah muatan (barang atau penumpang) yang membayar, yang di perhitungkan dapat menambah penghasilan untuk perusahaan.

Pay Load sendiri adalah salah satu factor yang mempengaruhi jarak tempuh pesawat terbang itu sendiri. Jika *Pay Load* bertambah maka jarak yang ditempuh akan berkurang, dan sebaliknya jika *pay load* berkurang maka jarak tempuh akan bertambah.

c. *Zero Fuel Weight*

Adalah batasan berat, spesifik pada tiap jenis pesawat, diatas batasan berat itu tambahan berat harus berupa bahan bakar, sehingga ketika pesawat sedang terbang, tidak terjadi momen lentur yang berlebihan pada sambungan.

d. *Maximum Landing Weight*

Adalah kemampuan dari pesawat terbang itu sendiri pada saat melakukan pendaratan.

e. *Maximum TakeOff Weight*

Adalah berat maksimum pesawat terbang termasuk di dalamnya crew pesawat, berat pesawat kosong, bahan bakar, *pay load* yang di ijinan pabrik, sehingga momen tekuk yang terjadi pada badan pesawat terbang masih dalam batas kemampuan yang dimiliki oleh material pesawat terbang itu sendiri.

f. Berat *Statik Main Gear* dan *Nose Gear*

Pembagian beban static antara roda pendaratan utama (*main gear*) dan nose gear, tergantung pada jenis dan tipe pesawat dan tempat pusat gravitasi pesawat terbang.

Batas-batas dan pembagian beban di sebutkan pada buku petunjuk setiap jenis dan tipe pesawat yang ditentukan oleh pabrik

g. *Aeroplane Reference Field Length (ARFL)*

ARFL ialah panjang minimum yang diperlukan untuk lepas landas suatu pesawat terbang dengan ketentuan yang telah ditetapkan oleh pabrikan pembuat pesawat.

2.3.4 Jenis Pesawat Terbang

Pada penelitian ini, pesawat yang beroperasi pada bandara Notohadinegoro Jember adalah;

1. ATR 72

ATR 72 adalah pesawat jarak pendek yang memiliki kapasitas kurang dari 100 orang dengan spesifikasi panjang 27.16m, bentang sayap 27.05m dan berat kosong 12,950kg

Sedangkan pesawat rencana yang akan digunakan adalah pesawat yang mampu menampung lebih dari 100 orang, yaitu;

2. Boeing 747

Boeing 747 adalah pesawat komersil yang telah banyak digunakan oleh penerbangan – penerbangan di berbagai Negara berkembang – maju. Ini dikarenakan factor pesawat tersebut mampu menempuh jarak yang lebih jauh dibandingkan dengan pesawat ATR 72 yang saat ini beroperasi di bandara Notohadinegoro Jember. Pemilihan pesawat Boeing 747 sendiri sebagai pesawat rencana di dasarkan pada keinginan pemerintah setempat yang ingin menjadikan bandara Notohadinegoro sebagai bandara embarkasi haji. Adapun spesifikasi pesawat Boeing 747 – 400ER (versi terakhir) mempunyai panjang 70.7m, bentang sayap 64.4m, tinggi 19.4m, luas sayap 541m², berat kosong 162.4 ton, berat maksimum untuk terbang 394.ton, kecepatan maksimum 939km/h, dan jarak tempuh maksimum 14.200km.

2.3.5. Fasilitas Bandar Udara

Pada prinsipnya Bandar udara harus memiliki fasilitas udara, yang diantaranya adalah;

a. Landasan Pacu (*runway*)

Landasan Pacu (*runway*) adalah jalur yang dipergunakan oleh pesawat terbang untuk mendarat (*landing*) dan lepas landas (*take off*). Sistem landas pacu (*runway*) suatu bandar udara terdiri dari perkerasan struktur, bahu landasan (*shoulder*), bantalan hembusan (*blastpad*), dan daerah aman landasan pacu (*runway end safet area*). Pada Bandar udara yang harus diperhatikan adalah panjang, jumlah ,lebar, jarak terhadap landas hubung (*taxiway*) dan landas parkir (*apron*), dan orientasi arah landas pacu terhadap angin. (Sumber:Horonjeff,2010)

ICAO telah menetapkan kode landas pacu berdasarkan ukuran landas pacu seperti tabel 2.11. berikut

Tabel 2.11. Kode landasan pacu (*Petunjuk Pelaksanaan Perencanaan/Perancangan Landas Pacu, Taxiway dan Apron(Direktorat Jenderal Perhubungan Udara)*)

No.	Kode Angka dan Huruf	Ukuran Landas Pacu
1	1A	< 800 m x 18 m
2	1B	< 800 m x 18 m
3	1C	< 800 m x 23 m
4	2A	≥ 800 < 1200 x 23 m
5	2B	≥ 800 < 1200 x 23 m
6	2C	≥ 800 < 1200 x 30 m

7	3A	$\geq 1200 < 1800 \times 30 \text{ m}$
8	3B	$\geq 1200 < 1800 \times 30 \text{ m}$
9	3C	$\geq 1200 < 1800 \times 30 \text{ m}$
10	3D	$\geq 1200 < 1800 \times 45 \text{ m}$
11	4C	$> 1800 \text{ m} \times 45 \text{ m}$
12	4D	$> 1800 \text{ m} \times 45 \text{ m}$
13	4E	$> 1800 \text{ m} \times 45 \text{ m}$
14	4F	$> 1800 \text{ m} \times 60 \text{ m}$

b. *Taxiway dan Exit Taxiway*

Taxiway adalah jalan yang menghubungkan terminal dengan landasan pacu (*runway*). Lokasi penempatan *taxiway* harus direncanakan secara tepat agar semua aktivitas yang ada ditempat ini tidak mengganggu pergerakan pesawat yang akan lepas landas. Waktu tunda yang diakibatkan oleh pesawat *landing* terhadap pesawat yang lepas landas akan lebih singkat bila *taxiway* memungkinkan pesawat untuk membelok dengan kecepatan tinggi. *Exit Taxiway* adalah Lokasi jalan keluar pesawat pada jarak 450m – 650m ambang landasan. Terdapat 3 tipe sudut *exit taxiway*, yaitu 30°, 45°, 90°. *Exit taxiway* dengan sudut 30° disebut *rapid exit taxiway* atau *high speed exit taxiway*.

c. Apron

Apron sendiri berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan penumpang dan muatan, bahan bakar, parkir dan persiapan pesawat sebelum melanjutkan penerbangan. Area ini terdairi dari tempat parkir pesawat (*aircraft gate, aircraft stands atau ramps*) dan jalur khusus pesawat memasuki atau keluar dari tempat parkir (*taxiline*).

Ukuran dan letak gate harus di design sesuai karakter pesawat yang menggunakan gate tersebut. Karakteristik yang dimaksud adalah lebar sayap, panjang dan radius belokpesawat serta keperluan kendaraan – kendaraan yang menyediakan pesawat untuk pesawat selama di gate.

2.3.6. Metode Penentuan Tebal dan Panjang Runway

Pada desain perencanaan perkerasan perlu ditentukan tebal dan panjang runway agar sesuai dengan kapasitas pesawat rencana dan umur ekonomis dari rencana itu sendiri. Untuk itu digunakan metode CBR (*California Bearing Rasio*) dan metode FAA (*Federal Aviation Admiinistration*) untuk menentukan struktur perkerasan runway agar sesuai rencana.

a. Metode CBR (*California Bearing Ratio*)

Pada metode CBR ada beberapa parameter yang digunakan dalam menghitung tebal perkerasan, yaitu;

- a. Nilai CBR Test
- b. Menentukan lalu lintas rencana
- c. Menentukan nilai ESWL (*Equivalent Single Wheel Load*)
- d. Menentukan tebal perkerasan runway

b. Metode FAA (*Federal Aviation Administration*)

Pada metode FAA langkah – langkah yang digunakan dalam menghitung tebal perkerasan lebih sedikit bila dibandingkan dengan menggunakan metode CBR, ini dikarenakan metode FAA telah menggunakan software FAARFIELD yang di keluarkan oleh asosiasi kedirgantaraan di Amerika. Adapun langkah – langkah untuk menghitung struktur perkerasan yaitu;

- a. Menentukan Pesawat Rencana
- b. Menentukan *Equivalent Annual Deppature (EAD)*