

STUDI DESAIN PERENCANAAN PERKERASAN SISI UDARA BANDAR UDARA TUNGGUL WULUNG CILACAP

Kurniawan

Teknik Sipil, Institut Sains dan Teknologi Al-Kamal, Jakarta
curniawans@gmail.com

Abstrak

Pertumbuhan ekonomi Kabupaten Cilacap mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hampir semua sektor mengalami pertumbuhan, seperti sektor industri dan perdagangan, pariwisata serta investasi. Peningkatan dan pertumbuhan ekonomi tersebut bisa digunakan untuk dasar melakukan pembenahan sarana dan prasarana di Kabupaten Cilacap, salah satunya adalah Bandar Udara Tunggul wulung. Penulis menggunakan SKEP/IV/2005 dan standar aturan *Federation Aviation Administration (FAA)* sebagai dasar perencanaan sisi udara bandara. Perencanaan sisi udara ini, menyesuaikan dengan pertumbuhan penumpang untuk 20 tahun mendatang. Dari hasil analisis, jenis pesawat rencana yang akan digunakan untuk pengembangan 20 tahun mendatang adalah ATR 72-600. Kebutuhan geometrik sisi udara adalah panjang runway 1500 m dengan lebar 30 m, taxiway dengan lebar 15 m, dan apron dengan panjang 95 m dan lebar 45m. Kebutuhan perkerasan lentur sisi udara yaitu untuk bagian runway dan taxiway adalah lapisan surface setebal 4 inch, lapisan base course setebal 6 inch, dan lapisan sub base setebal 6 inch. Sedangkan Kebutuhan perkerasan kaku sisi udara yaitu untuk bagian apron adalah lapisan surface setebal 4 inch, slab beton setebal 8,2 inch dan tebal lapisan sub base setebal 6 inch.

Kata kunci : Bandara Tunggul Wulung, Perkerasan, Desain Sisi Udara

1. LATAR BELAKANG

Dengan didukung letak geografis dan potensi sumber daya yang ada tidak heran jika pertumbuhan ekonomi kabupaten Cilacap ini dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan.

Adapun upaya dari pemerintah dalam meningkatkan daya tarik dan daya saing kota Cilacap ini, juga perlu diimbangi dengan pembenahan sarana maupun prasarana yang ada. Peningkatan fasilitas tersebut salah satunya pada mode transportasi udara. Kabupaten kota Cilacap memiliki satu bandar udara bernama bandar udara Tunggul Wulung. Mengingat kabupaten Cilacap merupakan salah satu dari 4 kabupaten yang memiliki fasilitas bandar udara di Provinsi Jawa tengah, tentunya peluang untuk bisa meningkatkan pendapatan daerah lewat bidang pariwisata dan sektor investasi ini menjadi semakin besar.

Tapi untuk saat ini hal itu terkendala dengan masih kurang memadainya bandar udara Tunggul Wulung untuk bisa didarati oleh jenis pesawat yang memiliki kapasitas

penumpang yang lebih banyak, karena sampai saat ini hanya bisa didarati pesawat untuk jenis penerbangan perintis. Oleh karena itu dalam rangka rencana pengembangan Bandara Tunggul Wulung saat ini luas Bandara adalah 32,4 ha dari rencana kebutuhan pengembangan bandara sekitar 119 ha. Panjang landasan hanya 1.130 meter dengan lebar 23 meter, Sedangkan rencana pengembangan landasan akan diperpanjang menjadi 1.600 meter dengan lebar 30 meter.

Dengan demikian pemerintah Kabupaten Cilacap akan merencanakan pengembangan sarana dan prasana bandar udara Tunggul Wulung, dengan tujuan menaikkan kelas bandara dan dengan hal tersebut diharapkan bandar udara ini nantinya bisa melayani rute penerbangan yang lebih besar yang biasanya hanya mampu melayani penerbangan pesawat perintis menjadi bisa melayani penerbangan domestik umum.

2. RUMUSAN MASALAH

Beberapa permasalahan yang akan ditinjau dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana konstruksi perkerasan sisi udara (*runway, taxiway* dan *apron*) existing ?
2. Bagaimana desain perkerasan bandara yang di butuhkan untuk pengembangan
3. Berapa tebal perkerasan sisi udara (*runway, taxiway* dan *apron*) untuk rencana 20 tahun mendatang ?

2. Data yang digunakan dalam analisis merupakan data sekunder berupa spesifikasi Bandar Udara Tunggul Wulung Cilacap yang diperoleh dari PT. Angkasa Pura II dan tidak melakukan pengukuran langsung di lapangan.
3. Metode yang digunakan mengacu kepada *Manual Of Standard (MOS)* yang di keluarkan oleh Kementrian Perhubungan.
4. Hanya menganalisis desain perkerasan *Runway, Taxiway, dan Apron*.
5. Pesawat paling besar yang akan di rencanakan adalah pesawat jenis ATR-72

Tabel 2.1.
Kode Referensi Aerodrome¹⁴

Kode Referensi Aerodrome				
Kode elemen 1		Kode elemen 2		
No	Panjang Landas Pacu	Huruf	Lebar Sayap	Lebar jarak roda utama
1	< 800 m	A	< 15 m	< 4.5 m
2	800 m dan < 1.200 m	B	15 m dan < 24 m	4.5 m dan < 6 m
3	1.200 m dan < 1.800 m	C	24 m dan < 36 m	6 m dan < 9 m
4	> 1.800 m	D	36 m dan < 52m	9 m dan < 14 m
		E	52 m dan < 65 m	9 m dan < 14 m
		F	65 m dan < 80 m	14 m dan < 16 m

3. TUJUAN

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam perencanaan sisi udara pada bandar udara Tunggul Wulung Cilacap ini adalah untuk mengetahui tebal perkerasan sisi udara (*runway, taxiway* dan *apron*) untuk rencana pengembangan 20 tahun mendatang.

4. BATASAN MASALAH

Dalam melakukan penelitian di Bandar Udara Tunggul Wulung Cilacap ditetapkan berbagai batasan sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian adalah Bandar Udara Tunggul Wulung Cilacap

5. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam perencanaan Bandar udara ini harus mengacu dan berdasarkan peraturan yang sudah ditentukan dalam rencana induk/masterplan secara keseluruhan sudah sesuai dengan peraturan/pedoman yang terkait dengan perencanaan Bandar udara seperti Undang-undang No 15 tahun 1992 tentang Penerbangan dan PP No. 70 tahun 2001 tentang Kebandarudraan, Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 48 tahun 2002 tentang Penyelenggaraan Bandar Udara Umum, Peraturan Pemerintah Nomor 3 Tahun 2001 tentang Keamanan dan Keselamatan Penerbangan, *Federal Aviation Administration (FAA)*, *International Civil Aviation Organization (ICAO)*, dan beberapa pedoman yang terkait lainnya.

Pengembangan yang dilakukan pada suatu bandar udara didasarkan peramalan jumlah permintaan pada angkutan udara. Menurut Basuki (1986) bahwa peramalan tersebut mencakup jumlah penumpang, jenis pesawat, barang dan pos.

Peramalan ini bisa dibagi 3 menurut jangka waktunya, yaitu :

- a. Ramalan jangka pendek sekitar 5 tahun
- b. Ramalan jangka menengah sekitar 10 tahun
- c. Ramalan jangka panjang sekitar 20 tahun

Perkerasan adalah suatu struktur yang tersusun dari beberapa lapisan dengan kekerasan yang berbeda dan daya dukung yang berbeda pula. Terdapat 2 jenis tipe perkerasan, yang pertama adalah perkerasan lentur yang dibuat dari campuran aspal dengan agregat dan dihamparkan diatas permukaan material granular yang bermutu tinggi. Sedangkan yang kedua adalah perkerasan rigid yang dibuat

menggunakan slab – slab beton (*Portland Cement Concrete*).

Perkerasan memiliki fungsi sebagai tumpuan yang rata, permukaan yang rata menyebabkan pesawat bisa berjalan dengan nyaman. Perencanaan struktural dalam suatu perencanaan bandar udara ini adalah menentukan tebal lapisan – lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) yang terdiri dari lapisan *surface coarse*, *base coarse* dan *sub base coarse*.

Pada saat menentukan ketebalan lapis perkerasan, hal yang harus dilakukan adalah menentukan pesawat rencananya. Pesawat rencana yang dimaksudkan adalah pesawat yang menghasilkan beban terbesar. Di dalam rancangan lalu lintas pesawat, perkerasan harus juga dapat melayani berbagai macam jenis pesawat yang memiliki jenis roda pendaratan dan beratnya yang berbeda – beda. Oleh karena itu, pengaruh dari berbagai jenis model lalu lintas harus dikonversikan ke dalam “pesawat rencana” dengan *Equivalent Annual Departure*.^[1] Maka, rumus konversinya sebagai berikut ini :

$$LogR1 = (LogR2) \times (W2:W1)^{0,5} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

R1 = *Equivalent annual departure* pesawat rencana

R2 = *Annual departure* pesawat – pesawat campuran

W1 = Beban roda dari pesawat rencana

W2 = Beban roda dari pesawat – pesawat yang ditanyakan

Tebal perkerasan total didapatkan dengan cara memplotkan data- data penyelidikan tanah yang berupa data CBR (*California Bearing Ratio*) pada lapisan *subgrade* dan nilai dari perhitungan *Equivalent Annual Departure* pada grafik yang sudah disediakan. Grafik – grafik yang ada pada perencanaan perkerasan dengan menggunakan metode FAA dapat menunjukkan perkerasan total yang dibutuhkan.

Kelenturan perkerasan kaku di akibatkan oleh beban roda pesawat yang nantinya menghasilkan tegangan tekan dan tegangan bengkok. Tegangan yang dihasilkan oleh tegangan bengkok terkadang bisa melebihi 0,5 dari tegangan tekan. Hal ini juga yang lebih berpengaruh untuk ketebalan beton yang akan direncanakan. *Flexure strength* ini didapat dari tes modulus keruntuhan dengan rumus

$$MR = P.L/B.D^2 \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

MR = Modulus of rupture atau kuat bengkok (MN/m^2)

P = Beban max. yang menghasilkan keruntuhan (MN atau lb)

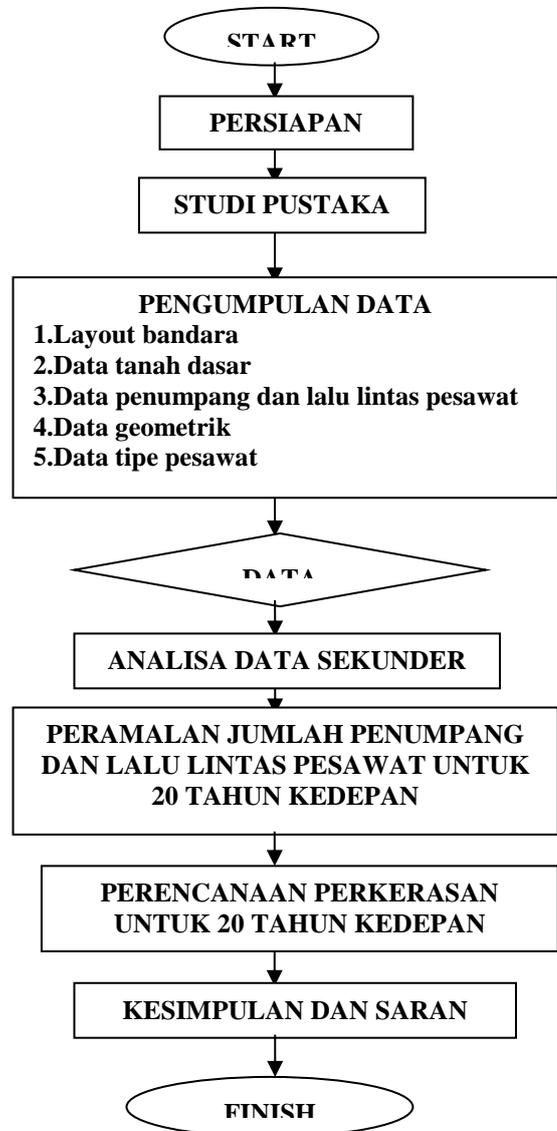
L = Panjang batang antara dua tumpuan (m atau $inch$)

B = lebar batang

D = Tebal batang

Dari data yang ada kita dapat mencari kebutuhan perkerasan sisi udara Bandara Tunggul Wulung untuk 20 tahun kedepannya dengan metode FAA.

6. PEMBAHASAN



Gambar 3.1 Flow chart proses

6.1 Existing Geometrik Fasilitas Sisi Udara Bandara

Evaluasi kondisi existing sangatlah penting untuk mengetahui kondisi yang ada saat ini dari bandara Tunggul wulung. Evaluasi yang akan dilakukan pada kondisi existing bandara Tunggul wulung meliputi kondisi geometrik dan perkerasan fasilitas sisi udara bandara yang meliputi Landas Pacu (*runway*), landas penghubung (*taxiway*) dan pelataran parkir pesawat (*apron*). Saat ini pesawat kritis yang dapat ditampung oleh Bandara Tunggul wulung Cilacap adalah pesawat jenis Twin Otter DHC 06. Dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. Panjang pesawat : 15.77 m
- b. Wingspan : 19.8 m
- c. MTOW : 12.500 lb (5.670 kg)
- d. MLW : 12.300 lb (5.579 kg)
- e. Maks. Speed : 170 knots (314 km/h)

Runway

Panjang *runway* (ARFL) yang dibutuhkan pesawat pesawat jenis DHC 06 untuk melakukan take-off yaitu sepanjang 923 m sedangkan panjang runway bandara saat ini adalah 930 m dengan lebar 26 m.

Taxiway

Menurut SKEP 77 – IV – 2005 Bagian yang lurus dari taxiway harus dilengkapi dengan bahu dengan luasan simetris pada setiap sisinya, untuk itu lebar minimum bahu taxiway pada bagian lurus untuk kode huruf B adalah 25 m.

Apron

Ukuran atau dimensi apron dipengaruhi oleh jenis pesawat yang akan menggunakan fasilitas di bandara tersebut. Untuk kondisi eksisting apron di Bandara Tunggul wulung ini adalah 100 x 50 m.

6.2 Eksisting Perkerasan Fasilitas Sisi Udara Bandara

Pada Bandara Tunggul wulung jenis perkerasan yang digunakan saat ini pada sisi udara bandara Tunggul wulung ini berjenis perkerasan lentur, baik pada landas pacu (*runway*), landas penghubung (*taxiway*), maupun pelataran parkir pesawat (*apron*). Tetapi karena kebutuhan ketahanan terhadap beban yang akan diterima berbeda

maka ketebalan dan desain dari perkerasan masing masing bagian dirancang berbeda.

Landas Pacu (*runway*)

Dan untuk bagian perkerasan landas pacu (*runway*) menggunakan material sirtu (pasir dan batu) sebagai material penyusun lapisan dasar (*subbase coarse*) dengan $CBR \geq 30\%$, sedangkan untuk lapisan tengahnya (*base coarse*) menggunakan material penyusun berupa batu pecah dengan $CBR \geq 80\%$ dan material Asphalt Concrete (AC) dan Asphalt Treated Base (ATB) sebagai penyusun lapisan atas (*surface*) dari perkerasan landas pacu tersebut.

Landas Penghubung (*taxiway*)

Dan untuk bagian perkerasan landas penghubung (*taxiway*) menggunakan material sirtu (pasir dan batu) sebagai material penyusun lapisan dasar (*subbase coarse*) dengan $CBR \geq 30\%$, sedangkan untuk lapisan tengahnya (*base coarse*) menggunakan material penyusun berupa batu pecah dengan $CBR \geq 80\%$ dan material Asphalt Concrete (AC) dan Asphalt Treated Base (ATB) sebagai penyusun lapisan atas (*surface*) dari perkerasan landas pacu tersebut. Untuk detail tebal perkerasan taxiway ini sama dengan perkerasan runway

Pelataran Parkir Pesawat (*apron*)

Existing Apron dari Bandara Tunggul wulung saat ini seperti yang telah diketahui dari penjelasan keadaan geometrik bandara diatas berdasarkan spesifikasi pesawat jenis Twin otter DHC 06 yaitu 50 m x 50 m. Untuk pelataran parkir pesawat (*apron*) menggunakan material sirtu (pasir dan batu) sebagai material penyusun lapisan dasar (*subbase coarse*) dengan $CBR \geq 30\%$, sedangkan untuk lapisan tengahnya (*base coarse*) menggunakan material penyusun berupa batu pecah dengan $CBR \geq 80\%$ dan material Asphalt Concrete (AC) dan Asphalt Treated Base (ATB) sebagai penyusun lapisan atas (*surface*) dari perkerasan landas pacu tersebut.

Untuk dasar pemilihan pesawat rencana yang akan digunakan dalam perencanaan ini menggunakan perhitungan demand yang berdasarkan *Load factor*. Apabila *Load factor* penumpang sudah mencapai 70% maka bisa menggunakan pesawat yang lebih besar. Adapun analisa

demand adalah dengan menghitung kapasitas pesawat berdasarkan jadwal keberangkatan pesawat selama setahun. Dengan kapasitas pesawat yang ada saat ini yaitu pesawat Beechcraft yang mampu menampung kapasitas penumpang sampai 15 orang dengan jadwal keberangkatan 6 kali dalam seminggu dan pesawat DHC 06 yang mampu menampung penumpang hingga 19 orang dengan jadwal keberangkatan 1 kali dalam seminggu. Sedangkan dalam setahun ada 52 minggu.

Maka kapasitas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Kapasitas = $n \times$ jumlah keberangkatan selama setahun

Kapasitas Bechraft = $(15 \times 6) \times 52 = 4680$

Kapasitas DHC 06 = $(19 \times 1) \times 52 = 988$

Setelah menghitung kapasitas dapat dilanjutkan dengan perhitungan Load factor sebagai berikut :

Load factor = $\frac{\text{Volume penumpang setah}}{\text{kapasitas pesawat dalam setahun}}$

Jadi load faktor pada tahun 2017 = $1628 : (4680 + 988) = 0,29$

Penentuan Pesawat Rencana

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan di atas didapatkan hasil *Load faktor* mencapai 70% pada tahun 2029. Hal ini terjadi masih dalam cakupan tahun perencanaan yang ditetapkan, makadari itu pergantian pesawat dengan jumlah penumpang yang lebih banyak bisa dilakukan. Yaitu yang pada awalnya bandara ini hanya mampu menampung pesawat kritis pesawat jenis DHC 6 akan direncanakan untuk dapat menampung dan melayani operasi dari pesawat yang lebih besar kapasitasnya yaitu ATR 72.

Rencana Pengembangan Geometrik Bandara

Disini pesawat yang akan direncanakan sebagai pesawat kritis yang dapat ditampung Bandara Tunggul Wulung kedepannya adalah pesawat ATR 72. Kita akan mengevaluasi tentang spesifikasi, dimensi, dan custom beban dari pesawat ATR 72 untuk digunakan sebagai acuan dalam perencanaan desain geometrik dan desain perkerasan dari bandara yang akan dikembangkan ini agar mampu memenuhi kebutuhan dari pergerakan pesawat tersebut dan sesuai standar yang telah ditentukan.

Spesifikasi Pesawat

Pesawat yang akan menjadi pesawat rencana dalam perencanaan ini menggunakan pesawat ATR 72 – 600. Pesawat ini dipilih sebagai pesawat rencana dikarenakan pesawat jenis ini paling banyak digunakan dan dipilih banyak perusahaan maskapai penerbangan yang melayani jalur penerbangan domestik seperti Air Asia, City link, Batik Air, Lion Air dan masih banyak lagi.

Adapun spesifikasi dari Pesawat ATR 72-600 adalah sebagai berikut :

Jenis pesawat : ATR 72 – 600

Panjang : 27.050 m

Lebar sayap : 27.166 m

Tinggi : 7,65 m

Wheelbase (m) : 10,77 m

Wheel track (m) : 4,10 m

MTOW (kg) : 22.800 kg

Max landing weight (kg) : 22.350 kg

Max zero fuel weight (g) : 20.800 kg

Operating empty weight : 13.311 kg

Max payload (kg) : 7.500 kg

Max fuel weight (kg) : 5.000 kg

FAR T-O distance (m) : 1.333 m

FAR Landing distance (m) : 1.067 m

6.3 Rencana Pengembangan Geometrik Bandara

Runway

Panjang runway dipengaruhi oleh keadaan lingkungan bandara. Berikut analisa beberapa faktor terkait dengan lingkungan. Panjang *take off* (ARFL) = 1333 m.

Setelah panjang landas pacu dikonversi ke ARFL seperti di atas dengan koreksi yang ditentukan, akan dikontrol kembali dengan menggunakan Aerodrome Reference Code (ARC) agar bisa mempermudah membaca hubungan antara beberapa spesifikasi pesawat terbang yang sudah ada dengan berbagai karakteristik spesifikasi bandar udara.

Bandara Tunggul Wulung saat ini memiliki panjang runway 930 m yang itu berarti runway bandara ini belum memenuhi syarat berdasarkan ICAO untuk melayani pesawat jenis ATR 72. Dan karena runway yang dibutuhkan Bandara Tunggul wulung untuk dapat menampung pesawat rencana adalah minimal 1.336,16 m maka runway tersebut akan termasuk kedalam golongan 3

berdasarkan tabel ARC lalu faktor lebar pesawat kritis rencana yaitu 27,16 m menjadikan runway bandara ini masuk pada klasifikasi kode 3 C berdasarkan tabel ARC oleh karena itu berdasarkan tabel tersebut lebar runway minimal yang direkomendasikan adalah 30m.

Taxiway

Landas penghubung (taxiway) adalah akses yang menghubungkan antara landas pacu dan pelataran parkir pesawat. Dengan pesawat rencana menggunakan pesawat ATR 72 -600 dengan spesifikasi pesawat sebagai berikut :

Untuk dimensi dari taxiway ini berdasarkan pada SKEP 77 – IV –2005 yang menyatakan bahwa dimensi taxiway berdasarkan kodehuruf C didapatkan nilai lebar taxiway sebesar 15 m dan jarak bebas minimum dari sisi terluar roda utama dengan tepi taxiwaysebesar 3 m.

Menurut SKEP 77 – IV – 2005 Bagian yang lurus dari taxiwayharus dilengkapi dengan bahu dengan luasan simetris pada setiapisisinya, untuk itu lebar minimum bahu taxiway pada bagian lurusuntuk kode huruf C adalah 25 m.

Apron

Untuk dimensi Apron berpedoman pada tabel SKEP 77 – VI –2005 untuk golongan pesawat dengan code ARC III didapatkan hasil sebagai berikut :

Dimensi untuk satu pesawat ATR 72 :

a. Tipe nose open

-Panjang = 95 m

-Lebar = 45 m

b. Clearance antar pesawat dengan pesawat di apron sejarak 4,5 m

Jadi jarak aman untuk satu pesawat ATR 72 adalah 100 x 50.Jika di hitung setelah menambahkan dimensi apron rencana terhadap dimensi apron saat ini yaitu 100 x 50 dengan tipe apron rencana tipe open dengang jalur parkir paralel .Dan di tambah untuk keperluan terminal dengan dimensi 15 x 75 maka akan di butuhkan penambahan pada lebar sebesar 65 m dan rencana dimensi apron Bandara Tunggul wulung menjadi 100 x 115 m.

6.4 Perencanaan Perkerasan

Runway

Perkerasan runway menggunakan metode FAA (*Federal Aviation Administration*) untuk menghitung tebal perkerasannya, dengan menggunakan acuan pesawat rencana ATR 72-600. Pesawat ATR 72-600 yang memiliki MTOW (*Maximum Take Off Weights*) sebesar 22,800kg dan MLW (*Maximum Landing Weight*) sebesar 22,350 kg.Berikut ini akan di jabarkan mengenai langkah perhitungan perkerasan runway.

Dalam kondisi saat ini, penerbangan Jakarta - Cilacap menggunakan jenis pesawat Twin otter DHC6 dengan kapasitas tempat duduk 19 orang akan direncanakan diganti dengan pesawat ATR 72 yang memiliki kapasitas yang lebih besar.Berikut adalah perencanaan perhitungan annual departure dengan menggunakan pesawat pada ATR 72.

- Jenis pesawat = ATR 72-600
- Kapasitas tempat duduk= 70 kursi
- Σ keberangkatan = 2x seminggu
- Σ keberangkatan per tahun = 2 x 52 minggu = 104 penerbangan/tahun

Kemudian mengkonversi pesawat rencana menjadi ekuivalen annual departure dengan rumus sebagai berikut :

$$\log R1 = \log R2 (W2 : W1)^{0,5}$$

$$\begin{aligned} R2 &= \text{annual departure} \times \text{faktor konversi} \\ &= 431 \times 1 \\ &= 431 \end{aligned}$$

$$W2 = (0,95/4) \times 23000 = 5462,5$$

$$W1 = 5462,5$$

$$\log R1 = \log 431 \times (5462,5 : 5462,5)^{0,5}$$

$$\log R1 = 2,634$$

$$\begin{aligned} R1 &= 10^{2,634} \\ &= 430,526 = 431 \text{ (dibulatkan)} \end{aligned}$$

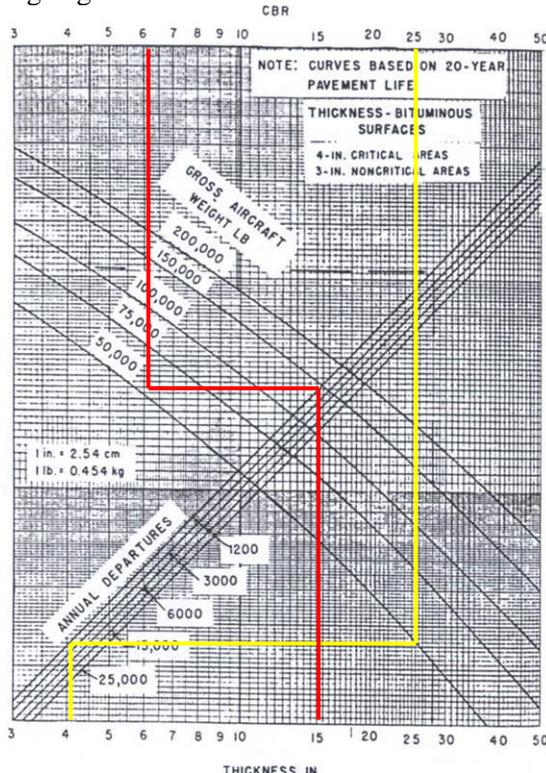
Berdasar perhitungan-perhitungan yang telah dilakukan, maka didapat data sebagai berikut :

1. Total annual departure = 431
2. Jenis pesawat = dual wheel gear
3. CBR subgrade = 6 % (apabila < 6% perlu adanya perbaikan tanah dasar)
4. CBR Sub base = 25 %
5. Berat kotor pesawat = 22.800 kg = 50.265 lb

Tebal perkerasan total dapat dihitung dengan menggunakan gambar kurva rencana perkerasan flexible untuk Dual Wheel Gear.Dengan cara menarik nilai CBR sub

grade 6%.Beban pesawat kotor ATR 72 yaitu 50.065 lb.

Kemudian direncanakan berdasarkan peramalan yang sudah diperhitungkan akan memiliki total annual departure 431 dan oleh karena itu kita dapat menggunakan angka minimum annual departure yang ada di grafik yaitu 1200.Dengan data yang sudah tersedia maka kita dapat menghitung total tebal perkerasan minimum yang harus dimiliki Bandara Tunggul Wulung untuk dapat menerima dan melayani pesawat Atr 72 dengan grafik FAA berikut.



Gambar 4.3 Grafik Rencana Tebal Lapisan Surface dan Basecourse

Berdasarkan hasil perhitungan tebal total perkerasan di atas, maka didapatkan tebal perkerasan :

- a. Total Subbase course
 - CBR Subbase = 25%
 - Total base dan surface = 4,1 inch (10,414 cm)
 - Tebal surface = 4 inch (10 cm)
 - Tebal base course = 4,1 - 4 inch = 0,1 inch (2,52 cm)

b. Tebal base course minimum

Dari tebal total perkerasan = 15 inch (38,1 cm \approx 40 cm) di dapatkan nilai base course minimum 0,1 inchi.Karena nilai yang di dapat terlalu kecil maka perlu

adanya cek terhadap tebal minimum base course yang diperoleh, apakah sudah memenuhi syarat yang di tentukan atau tidak dengan grafik FAA berikut.

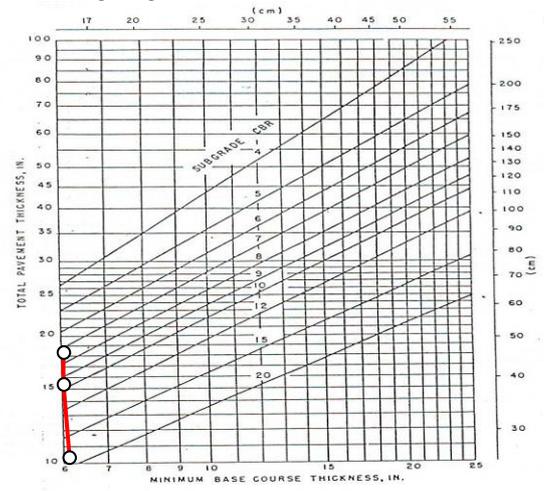


Figure 4-45. Minimum base course thickness requirements

Gambar 4.4

Grafik Tebal Minimum Base Course

Kita dapat mencari tebal minimum base course dengan grafik di atas dengan cara kita perlu menarik garis dari sebelah kiri grafik yaitu dari indikator tebal total perkerasan dimana tebal perkerasan total yang kita butuhkan adalah 15 inch lalu kita tarik hingga memotong garis indikator CBR subgrade yaitu 6% lalu kita tarik kebawah untuk menemukan tebal minimum base course yang di butuhkan. Dari hasil tersebut diperoleh :

- a. Tebal base minimu = 6 inchi (15,2 cm \approx 15 cm)
- b. Tebal subbase = 40 - 10 - 15 = 15 cm

Tebal minimum masing-masing lapisan yang di butuhkan untuk perkerasan runway Bandara Tunggul Wulung untuk 20 tahun mendatang adalah :

1. Lapisan surface = 4 inchi atau 10 cm
 2. Lapisan subbase = 6 inchi atau 15 cm
 3. Lapisan basecourse = 6 inchi atau 15 cm
- Tebal yang tertulis tersebut adalah tebal minimum yang di butuhkan.

Taxiway

Untuk perkerasan sendiri menurut SKEP 77-IV-2005 kekuatan dan ketebalan perkerasan taxiway sama dengan kekuatan dan ketebalan dari perkerasan landas pacu (runway). Adapun hasil yang didapatkan dari perhitungan perkerasan landas pacu adalah sebaga iberikut :

- a. CBR subgrade = 6%

- b. CBR sub base = 25 %
- c. Tebal surface = 4 inch untuk daerah kritis dan 3 inch untuk non kritis
- d. Tebal base course = 6 inch = 15 cm
- e. Tebal sub base = 6 inch = 15 cm

Apron

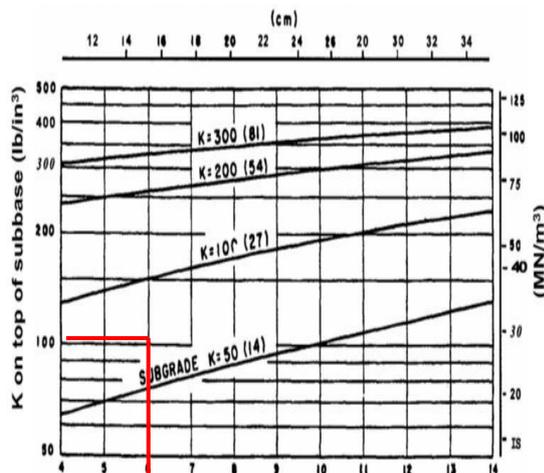
Untuk menghitung perkerasan apron langkah pertama yang dilakukan adalah mengkonversi pesawat rencana menjadi ekuivalen annual departure dengan rumus sebagai berikut:

- $\log R1 = \log R2 \times (W2 : W1)^{0,5}$
- $R2 = \text{annual departure} \times \text{faktor konversi}$
- $= 431 \times 1 = 431$
- $W2 = (0,95/4) \times 23000 = 5462.5$
- $W1 = 5462.5$
- $\log R1 = \log 431 \times (5462.5 : 5462.5)^{0,5}$
- $= 2.634$
- $R1 = 10^{2.634} = 430,526 = 431$ (dibulatkan)

Adapun data penunjang dalam perhitungan tebal perkerasan untuk apron adalah sebagai berikut :

- Jenis tanah = liquid limit (CL)
- CBR subgrade = 6 %
- Subgrade modulus (k) = 100 pci
- Mutu beton = k 400

Direncanakan tebal lapisan perkerasan subbase di bagian apron adalah 6 inchi, tapi untuk menghitung tebal perkerasan subbase di bagian apron ini kita terlebih dahulu mencari nilai modulus subbase. Untuk menentukan nilai modulus subbase kita dapat mencari dengan menggunakan Grafik 4.10 Nilai Modulus Untuk Sub Base di bawah ini :



Gambar 4.5

Grafik Nilai Modulus Untuk Subbase

Dari grafik di atas kita dapat mencari nilai modulus lapisan subbase sebesar 150 psi. Selanjutnya menentukan nilai tebal slab beton menggunakan nilai concrete flexural strength (MR).

Rumus nilai concrete flexural strength adalah $= k \times \sqrt{f'c}$

Dimana :

k = nilai konstanta = 8

Fc' = kuat tekan beton (psi)

Maka,

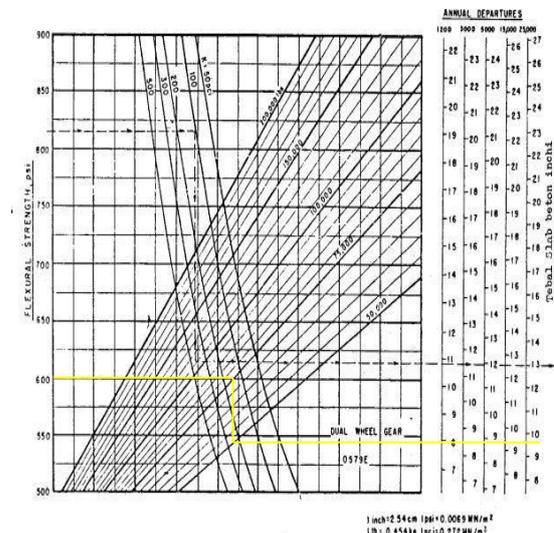
$$\begin{aligned} \text{Kuat tekan beton K-400} &= 400 \text{ kg/cm}^3 \\ &= 400 \times 14,22 \text{ lb/in}^2 \\ &= 5688 \text{ psi} \end{aligned}$$

Nilai concrete flexural strength (MR) adalah sebagai berikut:

$$MR = 8 \times \sqrt{5688} \quad \Rightarrow \quad (8 = \text{nilai konstanta pengali})$$

$$MR = 603,35 \text{ psi}$$

Setelah mendapatkan nilai concrete flexural strength (MR) sebesar 603,35. Untuk subbase ini direncanakan menggunakan jenis material berjenis agregat, berdasarkan hasil dan jenis kemudian diplotkan pada grafik yang ada.



Gambar 4.6

Grafik Tebal Slab Beton Apron

Setelah mendapatkan nilai concrete flexural strength (MR) sebesar 603,35. Untuk subbase ini direncanakan menggunakan jenis material berjenis agregat, berdasarkan hasil dan jenis kemudian diplotkan pada grafik yang ada.

Dari grafik di atas kita dapat mencari berapa tebal slab beton minimum yang diperlukan untuk perkerasan apron yaitu

dengan menarik garis dari titik indicator flexural strength yang sudah kita ketahui yaitu sebesar 600 psi ke kanan hingga memotong garis indikator nilai modulus subbase yaitu 150 lalu ditarik kebawah hingga memotong indikator MTOW sebesar 50.000 lb kemudian kita tarik kekanan untuk menemukan tebal slab beton minimum yang di butuhkan kita dapat melihat hasilnya pada baris yang menunjukkan kisaran annual departure 1.200 dan didapatkan tebal slab beton minimal yaitu 8 inchi = 20,32 cm.

Perencanaan Tulangan

Setelah mendapatkan tebal slab beton yang dicari dilanjutkandengan perhitungan tulangan untuk slab beton yang direncanakan. Dari data yang ada seperti tersebut di bawah ini kita dapat mencari kebutuhan penulangan yang di perlukan untuk perencanaan perkerasan apron Bandara Tunggul Wulung untuk 20 tahun kedepannya.

- Tebal slab beton = 8 inch = 203,2mm
- Joint spacing longitudinal = 15 ft
- Joint spacing transversal = 15 ft

Perencanaan dowel meliputi diameter, panjang, dan spasi yang nantinya didapatkan berdasarkan tebal slab beton yang akan dicocokkan dengan tabel mengenai dowel berikut ini:

Dari tabel di atas untuk tebal slab beton = 8 inchi didapatkan hasil seperti berikut :

- a. Diameter dowel = 1 in = 25 mm
- b. Panjang dowel = 19 in = 480 mm
- c. Spasi dowel = 12 in = 305 mm

Digunakan tulangan tipe A615 drage 40 dengan nilai $f_s = 27000 \text{ MN/m}^2$

B. Menghitung As tulangan

Perhitungan As menggunakan rumus sebagai berikut :

- $As = (3,7 \times L \sqrt{L} \times t) : f_s$
- $As = (3,7 \times 15ft \sqrt{15ft} \times 8,2) : 27000$
- $As = 0,0277$
- Digunakan diameter 0,375 in atau D-10
- As pasang = 0,11 inchi
- As perlu = 0,0277 inchi
- $jumlah\ tulangan = As\ perlu : As\ pasang$
- $jumlah\ tulangan = 0,0277 : 0,11$

- $jumlah\ tulangan = 0,25 \approx 1\ buah$
- Dengan jarak tulangan = $1000/1 = 1000 \text{ mm}$

7. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisa studi perencanaan geometrik danperkerasan sisi udara bandar udara Tunggul Wulung Cilacap yang sudah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari analisa kondisi geometrik eksisting pada sisi udara Bandara Tunggul Wulung yang sudah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa untuk perencanaan kebutuhan bandara 20 tahun mendatang keadaan eksisting bandara saat ini sudah tidak memenuhi syarat, hal ini dikarenakan kebutuhan pesawat rencana yang berjenis ATR 72 - 600 memiliki dimensi yang lebih besar dari pesawat kritis sebelumnya yang berjenis Twin otter DHC 6 dan Beechcraft yang saat ini masih beroperasi di bandara Tunggul Wulung.
2. Dari analisa kondisi perkerasan eksisting sisi udara yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa untuk perencanaan kebutuhan Bandara Tunggul Wulung 20 tahun mendatang kondisi eksisting perkerasan sisi udara bandara saat ini sudah tidak memenuhi syarat, hal ini dikarenakan pesawat rencana yang berjenis ATR 72 - 600 memiliki bobot atau berat yang lebih besar dari pesawat sebelumnya yang berjenis Twin otter DHC 06 dan Beechcraft yang saat ini masih beroperasi di bandara Tunggul Wulung sehingga perkerasan bandara harus memiliki daya dukung yang lebih untuk mengakomodasi kebutuhan pesawat rencana tersebut.
3. Dari hasil analisa perencanaan geometrik sisi udara untuk 20 tahun mendatang dengan pengaplikasian pesawat rencana berjenis ATR 72 – 600 diperoleh hasil berikut. Untuk geometrik landas pacu (*runway*) bandara Tunggul Wulung akan direncanakan memiliki Panjang runway 1500 m, Lebar runway 30 m, Kemiringan memanjang efektif 1 % , Kemiringan memanjang maks 1,5 % , Kemiringan melintang 2 % , Kemiringan melintang bahu 2,5 % . Untuk geometrik landas penghubung (*taxiway*) bandara direncanakan akan memiliki Panjang taxiway 150 m, Lebar taxiway 15 m, Bahu

taxiway 25 m, Kemiringan memanjang 1,5 %, Kemiringan melintang 1,5 %, c.

Untuk geometrik pelataran parkir pesawat (*apron*) bandara direncanakan akan memiliki Jenis apron , Panjang apron 95 m, Lebar apron 45 m , *Clearance* antar pesawat 4,5 m , kemiringan maksimum \leq 1%.

4. Dari hasil analisa perencanaan 20 tahun mendatang untuk perkerasan sisi udara Bandara Tunggal Wulung dengan menggunakan pesawat rencana ATR 72 – 600 diperoleh hasil sebagai berikut, Untuk tebal perkerasan landas pacu (*runway*) dan taxiway didesain sama menggunakan perkerasan lentur dengan rincian tebal lapisan surface = 4 inchi, Tebal lapisan base course = 6 inchi, Tebal lapisan subbase = 6 inchi. Sedangkan untuk tebal perkerasan pelataran parkir pesawat (*apron*) di desain sama menggunakan perkerasan kaku dengan rincian, Tebal lapisan surface = 4 inchi, Tebal lapisan slab beton = 8 inchi, Tebal lapisan sub base = 6 inchi.

Andrew, Tri dan Ruslan. 2015. *Studi Pengembangan Sisi Udara Bandar Udara Mali Kabupaten Alor Untuk Jenis Pesawat Boeing 737-200*.

Kupang: Jurnal Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana. Vol. IV, No. 2: 231-244.

Hubud.dephub.go.id/bandara

KP 262 Tahun 2017 Tentang Standar Teknis Dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil – Bagian 139 (Manual Of Standard CASR – PART 139) Volume I.

Yuda Pratama, Hastha. 2015. *Analisis Tebal dan Perpanjangan Landasan Pacu Pada Bandar Udara Internasional Sultan Mahmud Badaruddin II*.

Palembang: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Sriwijaya. Vol.3, No. 1: 741-748.

http://www.flugzeuginfo.net/index_en.php

<https://cilacap.kab.bps.go.id>

<https://www.google.co.id/map>

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, Heru, Ir. 1986. “*Merancang dan Merencana Lapangan Terbang*”. Bandung: Penerbit Alumni Bandung.
- Horonjeff, Robert / McKelvey Francis X. 1993. Jilid 1 “*Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara*”. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Horonjeff, Robert / McKelvey Francis X. 1993. Jilid 2 “*Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara*”. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- International Civil Aviation Organization. *Aerodrome Design Manual Part 1 : Runway*. 1980. Canada: Montreal Que.
- International Civil Aviation Organization. *Aerodrome Design Manual Part 2 : Taxiway, Apron, and Holding Bays*. 1980. Canada: Montreal Que.
- International Civil Aviation Organization. *Aerodrome Design Manual, Part 3 : Pavement*. 1980. Canada: Montreal Que.
- Ismiyati, YI. Wicaksono dan Bagus Hario Setiadji. *Modul Ajar Lapangan Terbang*. 2012. Semarang: Penerbit Fakultas Teknik Sipil UNDIP.