

Analisis Perencanaan Struktur Perkerasan Apron Pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Menggunakan Metode FAA

Nasrah, Abdul Rahim Nurdin, Tamrin Mallawangeng

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

E-mail : nasrah.justnanas@gmail.com

Artikel info

Artikel history:

Diterima: 15-03-2023

Direvisi: 17-08-2023

Disetujui: 30-09-2023

Abstract. *This study aims to determine and analyze thickness of apron pavement structure with Boeing 747-400 aircraft type at Sultan Hasanuddin International Airport using the Federal Aviation Administration method. This research is located at Sultan Hasanuddin International Airport Makassar. Data required includes secondary data in the form of aircraft movement traffic data from 2014 to 2018, apron layout and subgrade test California Bearing Ratio data as well as other data. The results of the planning analysis obtained the thickness of apron pavement structure with Boeing 747-400 aircraft type at Sultan Hasanuddin International Airport using the Federal Aviation Administration method, the thickness of subbase was 20 cm, base course (stabilized) was 15 cm and surface f'c 33,2 MPa was 41 cm*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dan menganalisis tebal struktur perkerasan apron dengan tipe pesawat rencana Boeing 747-400 pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin dengan menggunakan metode Federal Aviation Administration. Fokus penelitian ini berlokasi di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar. Data yang diperlukan meliputi data sekunder berupa data lalu lintas pergerakan pesawat dari tahun 2014-2018, layout apron dan data hasil pengujian tanah dasar California Bearing Ratio serta data pengujian lainnya. Hasil analisis perencanaan didapatkan tebal struktur perkerasan apron dengan tipe pesawat rencana Boeing 747-400 pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin dengan menggunakan metode Federal Aviation Administration diperoleh ketebalan subbase 20 cm, base course (stabilized) 15 cm dan surface f'c 33,2 MPa setebal 41 cm

Keywords:

Aprons; Sultan Hasanuddin;

Federal Aviation

Administration Method

Corresponden author:

Email: nasrah.justnanas@gmail.com



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

1. PENDAHULUAN

Pembangunan sektor perhubungan dilaksanakan dengan tujuan untuk tercapainya sistem perhubungan yang tertib, aman, teratur, cepat, lancar, efisien dengan biaya yang terjangkau oleh masyarakat luas. Bandar udara sebagai prasarana dalam penyelenggaraan penerbangan merupakan tempat untuk menyelenggarakan pelayanan jasa kebandarudaraan guna menunjang pelaksanaan kegiatan pemerintah dan kegiatan ekonomi lainnya harus ditata secara terpadu guna mewujudkan penyediaan jasa kebandarudaraan yang handal dan berkemampuan tinggi dalam rangka menunjang pembangunan nasional.

Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin merupakan salah satu bandara Internasional yang arus pergerakan lalu lintasnya cukup padat. Meskipun berstatus internasional, Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin termasuk bandara yang “over capacity” sebab jumlah penumpang yang dilayani melebihi kapasitas terminal bandara dimana kapasitas terminal bandara adalah 7 juta penumpang / tahun, sementara jumlah penumpang tahun 2017 sebanyak 12.294.226 jiwa dan jumlah penumpang tahun 2018 sebanyak 13.537.770 jiwa (PT Angkasa Pura I: 2019). Dengan semakin ramainya arus penumpang, maka tentunya akan berdampak pada meningkatnya aktivitas penggunaan fasilitas airside, yakni runway, taxiway dan apron.

Perencanaan perkerasan apron berbeda dengan perencanaan pada perkerasan jalan biasa karena perencanaan apron berdasarkan jenis dan tipe pesawat yang akan dilayani dan sumbu pembebanan juga berbeda. Berdasarkan hal tersebut, maka perlunya analisis dalam merencanakan tebal lapis perkerasan pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin. Maka dari itu, disusunlah tugas akhir dengan judul “Analisis Perencanaan Struktur Perkerasan Apron pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin menggunakan Metode Federal Aviation Administration (FAA)”.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan dan menganalisis tebal struktur perkerasan apron dengan tipe pesawat rencana Boeing 747-400 pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin dengan menggunakan metode Federal Aviation Administration (FAA). Adapun manfaat dari penelitian ini diantaranya; menambah wawasan tentang kebandarudaraan terutama pada sisi udara (airside), menambah wawasan mengenai struktur perkerasan kaku (rigid pavement) pada apron Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin, mengetahui

tahapan perhitungan perencanaan struktur apron, dan merupakan bahan pertimbangan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian terletak di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin, di sisi udara (*airside*). Bandara ini bernama Lapangan Terbang Kadieng terletak 30 km dari kota Makassar, provinsi Sulawesi Selatan. Bandar udara ini berada pada jalan Airport No. 1, Kab. Maros, provinsi Sulawesi Selatan. Bandar udara ini dioperasikan oleh PT. Angkasa Pura I (Persero).

Prosedur Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber yang ada mulai dari melakukan peninjauan langsung ke Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin, data angkutan udara dari instansi setempat, dan website resmi dari lembaga yang bersangkutan.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Data Primer

Metode pengumpulan data primer dilakukan dengan mewawancarai pihak PT Amarta Karya (Persero) selaku kontraktor pelaksana perluasan *apron* baru di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin. Pengamatan aktifitas pesawat, posisi parkir pesawat, jenis pesawat dan penanganan penumpang dari *apron* ke terminal dan sebaliknya. Pengambilan dokumentasi lokasi penelitian.

b. Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Data pergerakan pesawat yang digunakan yaitu untuk pergerakan lalu lintas pesawat berdasarkan jenis pesawat di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin selama tahun 2014 untuk penerbangan terjadwal. Pemilihan pada tahun tersebut karena alasan ketersediaan data pergerakan pesawat dalam kurung waktu Tahun 2014-2018.
- 2) Lay-out apron dan bandara secara keseluruhan
- 3) Data tanah (CBR), tebal Lean concrete dan beton yang digunakan

Teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis untuk mendapatkan dan mengumpulkan data adalah sebagai berikut:

- a. Observasi lapangan langsung
- b. Wawancara
- c. Dokumentasi

Jenis perkerasan yang digunakan dalam perencanaan *apron* adalah perkerasan kaku (*rigid pavement*).

Langkah-langkah perencanaan perkerasan kaku metode FAA adalah sebagai berikut:

- Pengambilan data lalu lintas udara Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin
- Menghitung rata-rata pertumbuhan pesawat dan proyeksi pergerakan pesawat tahunan
- Menentukan konfigurasi pendaratan utama dan MTOW *aircraft*
- Menentukan pesawat rencana (*critical aircraft*) yakni tipe pesawat Boeing 747-400.
- Menentukan jumlah keberangkatan tahunan (*annual departure*) pesawat campuran (R2), persamaan 2.1
- Menghitung beban roda pesawat campuran (W2), persamaan 2.2
- Menentukan beban roda pesawat rencana (W1) sesuai dengan pesawat rencana (*critical aircraft*)
- Menghitung *annual departure* pesawat rencana (R1), persamaan 2.4
- Menentukan modulus reaksi (*k*)
- Menentukan kekuatan lentur beton (*flexural strength concrete*)
- Nilai *flexural strength* didapatkan berdasarkan hubungan antara *flexural strength* dan *compressive strength* yang biasa digunakan dalam desain perkerasan, sesuai dengan persamaan 2.5
- Menentukan tebal slab beton (*concrete slab*) dengan menggunakan nilai *flexural strength*, modulus reaksi *k*, MTOW pesawat rencana dan *equivalent annual departure* sebagai data untuk menghitung perkerasan rigid dengan kurva grafik perencanaan perkerasan rigid oleh FAA yang sesuai dengan jenis pesawat rencana.

Bandar udara adalah tempat persiapan pesawat terbang (alat transportasi udara). Digunakan untuk mendarat dan lepas landas untuk melakukan kegiatan seperti menurunkan dan mengangkat penumpang atau barang. Sistem bandar udara terbagi menjadi 2 sisi yaitu sisi darat (*land side*) dan sisi udara (*air side*).

Pengembangan yang dilakukan pada suatu bandar udara didasarkan peramalan jumlah permintaan pada angkutan udara. Variable uji dilakukan berdasarkan perkerasan kaku terdiri dari slab beton (*surface course*) yang digelar di atas lapisan granular (*subbase course*) yang telah dipadatkan. Lebih baik lagi apabila lapisan *subgrade course* diberik campuran semen atau aspal sehingga efek *pumping* bisa diminimalisasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi perkerasan kaku yaitu, Kekuatan *subgrade* atau *subbase*, Menentukan kekuatan lentur beton dalam perencanaan perkerasan kaku, Menentukan MTOW tiap jenis pesawat yang dilayani, Menentukan ramalan *annual departure* tiap jenis pesawat yang dilayani, dan menentukan tebal slab beton. Selain itu, *subgrade* adalah lapisan tanah asli yang menyanggah beban roda yang diteruskan oleh struktur lapisan perkerasan. Dalam

perhitungan PCN daya dukung subgrade sangat penting. Karakteristik daya dukung subgrade yang dibutuhkan dalam evaluasi nilai PCN adalah nilai CBR (California Bearing Ratio) dan K harus mempresentasikan kondisi seluruh area konstruksi.

Walaupun mungkin tegangan tersebut akan mengakibatkan terjadinya penggelinciran tulangan terhadap beton di tempat yang tepat bersebelahan dengan retak beton pada kali ini menggunakan rumus sebagai berikut.

$$A_s = 3.7 L \sqrt{L} t f_s$$

Keterangan:

- L = Joint spacing longitudinal/tranversal
- T = tebal slab beton
- F_s = kuat lentur beton

Secara umum konstruksi yang paling efisien dari ketebalan perkerasa kaku dan ketebalan subbase yang stabil untuk kapasitas struktur adalah rasio 1:1. Geser dua arah digunakan pada pondasi telapak segi empat biasa, besarnya kapasitas gesers beton pada keruntuhan geses dua arah (geser-pons) dari pondasi telapak, pada penampang kritis sejarak d/2 ditentukan dengan rumus sebagai berikut

$$V_c = (1 + 2 / \beta_c) \times \sqrt{f_c} \times B \times d / 6$$

Keterangan:

- β_c = Rasio sisi Panjang terhadap sisi pendek kolom
- $\sqrt{f_c}$ = Mutu beton
- B = Lebar pondasi
- d = Tebal efektif

Berdasarkan hasil uji model, Vesic (1963) membagi mekanisme keruntuhan pondasi menjadi 3 macam, yaitu keruntuhan geser umum (general shear failure), keruntuhan geser local (local shear failure), keruntuhan penetrasi (penetration failure atau punching shear).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Lalu Lintas Pesawat Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin

Pengambilan data sekunder yakni berupa data lalu lintas pergerakan pesawat di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin. Dalam pencanaan bandar udara dibutuhkan data lalu lintas pergerakan pesawat tahunan yang selanjutnya digunakan dalam memprediksi nilai pertumbuhan lalu lintas pesawat. Sehingga dalam merencanakan tebal struktur perkerasan *apron* dibutuhkan data sebagai berikut.

Tabel 1. Lalu Lintas Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Tahun 2014-2018

Tahun	Pergerakan Pesawat (Departure)		Total Pergerakan Pesawat
	Internasional	Domestik	
2014	412	41.261	41.673
2015	487	43.788	44.275
2016	547	49.767	50.314
2017	629	56.328	56.957
2018	703	58.570	59.273

Sumber: UPT Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin, 2022

Tabel 1. menunjukkan pergerakan pesawat dominan dilakukan dari domestik dimana setiap tahunnya mengalami peningkatan. Hingga tahun 2018 mencapai 59.273 dibandingkan pada tahun 2014 hanya sekitar 41.673 pesawat.

Rata-Rata Pertumbuhan Pesawat dan Proyeksi Pergerakan Pesawat Tahunan

Pergerakan pesawat dilakukan dengan menghitung jumlah pergerakan pesawat selama tahun 2018 untuk penerbangan terjadwal. Untuk menghitung tebal struktur perkerasan *apron* maka terlebih dahulu dibuat proyeksi pergerakan pesawat tahunan terhitung 20 tahun umur layanan sesuai standar FAA. Kemudian dari data proyeksi pergerakan pesawat tahunan dapat diperoleh prediksi pertumbuhan lalu lintas tahunan. Data yang digunakan adalah data keberangkatan tahunan (*annual departure*). Rangkuman pergerakan pesawat baik penerbangan domestik maupun internasional dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 2. Pergerakan Pesawat >100 pergerakan pada tahun 2018

No.	Type Aircraft	Berangkat (Departure)		Total	Keterangan
		Domestik	Internasional		
1	B737-800	16.535	8	16.543	Boeing
2	A320	13.371	367	13.738	Airbus
3	B739ER	9.590	2	9.592	Boeing
4	ATR-72	7.935	0	7.935	Avions de Transport Regional
5	CRJX	3.300	0	3.300	Bombardier
6	B733	1.879	1	1.880	Boeing

No.	Type Aircraft	Berangkat (Departure)		Total	Keterangan
		Domestik	Internasional		
7	B735	1.870	0	1.870	Boeing
8	B739	1.117	0	1.117	Boeing
9	B738MAX	1.109	2	1.111	Boeing
10	MD82	591	0	591	McDonnell Douglas
11	ATR-42	321	0	321	Avions de Transport Regional
12	MD83	291	0	291	McDonnell Douglas
13	A333	90	141	231	Airbus
14	A332	160	1	161	Airbus
15	B744	3	140	143	Boeing

Sumber: UPT Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin, 2022

Penentuan angka pertumbuhan (i) pergerakan pesawat dimulai dari tahun 2014-2018. Rata-rata angka pertumbuhan pergerakan pesawat bandara Internasional Sultan Hasanuddin (2014-2018) adalah 9,29%. Angka ini selanjutnya digunakan untuk proyeksi pergerakan pesawat tahunan.

Tabel 3. Angka Pertumbuhan Pergerakan Pesawat Bandara Internasional Sultan Hasanuddin Tahun 2014-2018

Tahun	Pergerakan Pesawat (Departure)		Total Pergerakan Pesawat	Angka Pertumbuhan
	Internasional	Domestik		
2014	412	41.261	41.673	
2015	487	43.788	44.275	6,24%
2016	547	49.767	50.314	13,64%
2017	629	56.328	56.957	13,20%
2018	703	58.570	59.273	4,07%
			Rata-Rata Angka Pertumbuhan	9,29%

Sumber: Analisa Data, 2022

Tabel 3 menunjukkan nilai rata-rata pertumbuhan pergerakan pesawat bandara internasional Sultan Hasanuddin tahun 2014-2018 sebesar 9.29% dimana pada tahun 2015 dan tahun 2016 memiliki nilai pertumbuhan tertinggi yakni sebesar 13,64% dan 13,20%.

Penentuan Pesawat Rencana

Dalam metode FAA AC 150/5320-6D pesawat rencana adalah pesawat yang mengakibatkan tebal slab beton terbesar pada kurva desain tebal perkerasan. Parameter yang digunakan dalam kurva desain tebal slab beton adalah modulus reaksi *subgrade* dan nilai kuat lentur beton. Nilai tersebut disesuaikan dengan spesifikasi teknis di mana nilai modulus reaksi *subgrade* dikonversi dari nilai CBR rencana dan nilai kuat lentur dikonversi dari nilai kuat tekan rencana. Pesawat rencana yang digunakan adalah pesawat tipe Boeing 747. Daya dukung tanah dalam nilai CBR adalah 6%. Dalam persyaratan FAA, nilai CBR untuk perencanaan paling minimum adalah 3%, apabila dibawah 3% maka perlu dilakukan stabilisasi. Dalam perencanaan ini, di ambil nilai CBR 7% sebab nilai 7% adalah nilai CBR minimum *subgrade* yang diperoleh di lapangan. Dari Nilai CBR, maka diperoleh nilai $k_{subgrade}$ (modulus reaction of subgrade) dengan perhitungan sebesar $130,598 \approx 131$ pci

Annual Departure Pesawat Campuran (R2)

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

Tabel 4. Annual Deaparture Pesawat Campuran (R2)

No.	Type Aircraft	Total Pergerakan Pesawat	Proyeksi Pergerakan Pesawat Tahunan	Faktor Konversi Roda Pendaratan	Annual Deaparture Pesawat Campuran (R2)	Keterangan
1	B737-800	16.543	97.731	0,6	58.639	Boeing
2	A320	13.738	81.160	0,6	48.696	Airbus
3	B739ER	9.592	56.667	0,6	34.000	Boeing
4	ATR-72	7.935	46.878	0,6	28.127	Avions de Transport Regional
5	CRJX	3.300	19.495	0,6	11.697	Bombardier
6	B733	1.880	11.106	0,6	6.664	Boeing
7	B735	1.870	11.047	0,6	6.628	Boeing
8	B739	1.117	6.599	0,6	3.959	Boeing
9	B738MAX	1.111	6.563	0,6	3.938	Boeing
10	MD82	591	3.491	0,6	2.095	McDonnell Douglas
11	ATR-42	321	1.896	0,6	1.138	Avions de Transport Regional
12	MD83	291	1.719	0,6	1.031	McDonnell Douglas
13	A333	231	1.365	1,0	1.365	Airbus
14	A332	161	951	1,0	951	Airbus

No.	Type Aircraft	Total Pergerakan Pesawat	Proyeksi Pergerakan Pesawat Tahunan	Faktor Konversi Roda Pendaratan	Annual Deaparture Pesawat Campuran (R2)	Keterangan
15	B744	143	845	1,0	845	Boeing

Sumber: Analisa Data, 2022

Berdasarkan Tabel 4 diatas diperoleh hasil perhitungan *Annual departure* pesawat campuran (R2) B737-800 sebesar 58,639.

Beban Roda Pesawat Campuran (W2)

Dalam mendesain tebal perkerasan kaku menggunakan metode FAA, perlu diperhatikan jenis pesawat yang beroperasi sebab setiap pesawat memiliki bobot yang berbeda-beda sesuai dengan tipenya. Perhitungan tebal perkerasan didasarkan pada “Berat lepas-landas maksimum” pesawat atau dikenal dengan istilah “*Maximum Take Off Weight*” (MTOW). Tipe roda pendaratan utama sangatlah menentukan dalam perhitungan tebal perkerasan karena penyaluran beban pesawat diberikan melalui roda ke perkerasan. Masing-masing roda pendaratan pesawat campuran akan dikonversi ke roda pendaratan pesawat rencana. W2 merupakan beban roda pesawat campuran. Hasil perhitungan diperoleh nilai sebar 17.990.

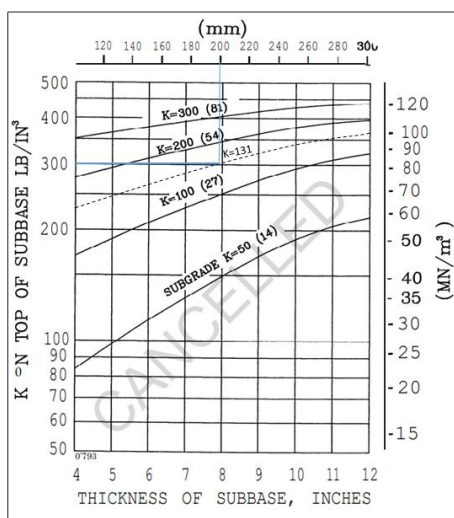
Penentuan Tebal Perkerasan Struktur Apron

- a. Menentukan nilai k (modulus reaksi)

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diketahui nilai k *subgrade* untuk CBR 7% sebesar 131 pci. Nilai tersebut akan digunakan untuk mengetahui nilai $k_{subbase}$ dan *base* yang distabilisasi (*stabilized base*). Untuk pesawat dengan bobot <100.000 lbs, FAA mensyaratkan tebal minimum untuk *base* adalah 150 mm dan *stabilized base* adalah 125 mm. Dalam perhitungan ini, direncanakan :

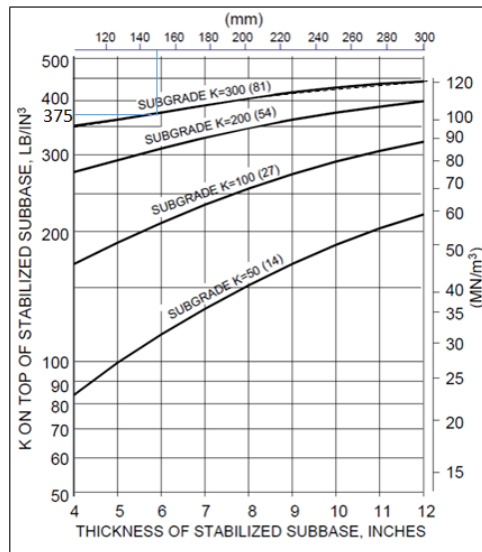
- a) *Subbase* = 200 mm
- b) *Stabilized Base* = 150 mm

Nilai tersebut kemudian diplot kedalam kurva perencanaan untuk mendapat nilai k (modulus reaksi) *subbase*. Hasil plot dapat dilihat pada Gambar 1. berikut ini.



Gambar 1. Menentukan Nilai K lapisan CTBC

Berdasarkan Gambar 1, diperoleh nilai $k_{subbase}$ yaitu 300 lb/in³. Nilai tersebut digunakan untuk menentukan nilai k lapisan CTBC berdasarkan tebal rencana yaitu 150 mm. Nilai tersebut diplot dalam kurva perencanaan seperti pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2. Kurva Perencanaan

b. Kekuatan Lentur Beton (*flexural strength concrete*)

Nilai *flexural strength* didapatkan berdasarkan hubungan antara *flexural strength* yang biasa digunakan dalam desain perkerasan. Kuat tekan beton yang dipakai pada perencanaan adalah $f'c = 33,2$ MPa sehingga nilai MR diperoleh sebesar 626,741 psi ≈ 627 psi. Berdasarkan perhitungan tersebut, mutu beton $f'c$ 33,2 MPa memenuhi persyaratan minimum kuat lentur untuk perkerasan lapangan terbang.

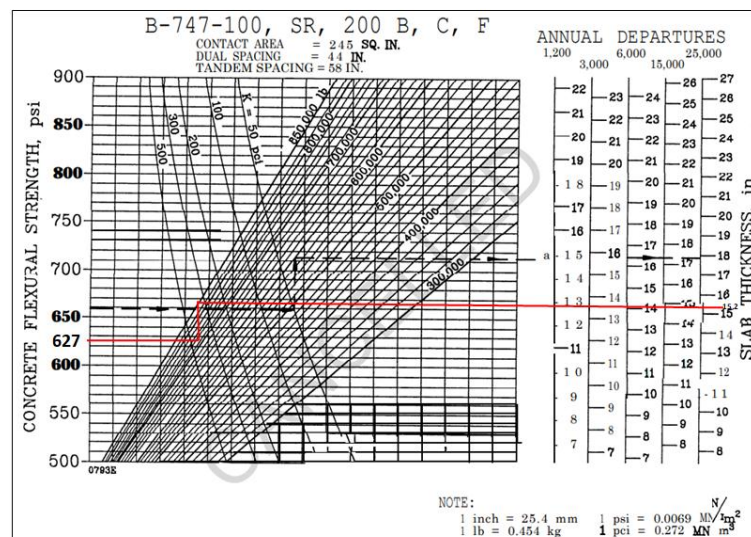
c. Tebal Slab Beton

Setelah parameter-parameter yang diperlukan untuk merencanakan tebal perkerasan kaku diperoleh, lalu data tersebut diplotkan ke dalam kurva yang telah ditetapkan oleh FAA, kurva tersebut dibedakan sesuai dengan tipe roda pendaratan. Berdasarkan tipe roda pendaratan pesawat rencana Boeing 747 yaitu *double dual tandem*, maka digunakan grafik berdasarkan FAA AC 150/5320-6d, 1995, *Rigid Pavement Design Curves, B-747-100, SR, 200 B,C,F*.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh data-data perencanaan sebagai berikut :

- Modulus of soil reaction ($k_{subbase}$) = 375 pci
- Flexural strength concrete = 627 psi
- MTOW Pesawat Rencana (B747-400)= 875000 lbs
- Equivalent Annual Departure (EAD)= 61.507 pesawat
- Konfigurasi Roda = Double Dual tandem

Nilai di atas diplot kedalam kurva untuk menentukan tebal slab beton berdasarkan nilai k , bobot pesawat rencana dan EAD, sebagai berikut :



Gambar 3. Rigid Pavement Design Curves, B-747-100, SR, 200 B, C, F (FAA AC 150/5320-6D)

Berdasarkan Gambar 3. di atas, untuk kuat lentur beton 627 psi, MTOW pesawat rencana 875000 lbs, dan EAD 25000 diperoleh tebal slab beton 15,2 inch. Karena tingkat EAD rencana > 25000 pesawat, maka dilakukan koreksi ketebalan berdasarkan tabel berikut :

Tabel 5. Tebal Perkerasan Bagi Tingkat EAD > 25000

Tingkat Keberangkatan	Persen dari 25000 Tebal <i>departure</i> (%)
50000	104
100000	108
150000	110
200000	112

Sumber: Basuki, 2016

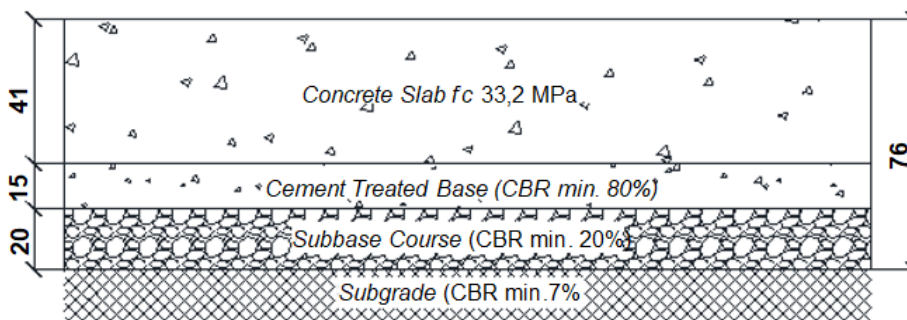
Nilai EAD pesawat rencana adalah 61507 pesawat. Karena nilai tersebut tidak tersedia pada tabel 4.9, maka dilakukan interpolasi. Hasil interpolasi diuraikan pada tabel 4.10 berikut :

Tabel 10 Hasil Interpolasi Sesuai Dengan Tingkat EAD Pesawat Rencana

Tingkat Keberangkatan	Persen dari 25000 Tebal <i>departure</i> (%)
50000	104
61507	104.92
100000	108
150000	110
200000	112

Sumber: Analisa Data, 2022

Berdasarkan hasil interpolasi pada tabel 4.15, maka tebal *slab* beton dikalikan 1,0492 dari tebal *annual* 25000, sehingga tebal *slab* beton sesuai dengan EAD rencana sebesar 40,51 ≈ 41cm. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka desain rigid pavement dengan menggunakan metode FAA adalah sebagai berikut.



Gambar 4. Tebal Struktur Perkerasan *Apron*

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tebal struktur perkerasan *apron* dengan tipe pesawat rencana *Boeing 747-400* pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin dengan menggunakan metode *Federal Aviation Administration (FAA)* diperoleh ketebalan *subbase* 20 cm, *base course (stabilized)* 15 cm dan *surface f'c* 33,2 MPa setebal 41 cm.

5. DAFTAR PUSTAKA

AASHTO T222-86. Tentang Standar Method of Test for Nonprepetive StaticPlate Load Test of Soils and Flexibel Pavement Components for Use in Evaluation and Design of Airport and Highway Pavements

Basuki, Heru. 1985. Merancang dan Merencana Lapangan Terbang. PT.Alumni: Bandung.

Basuki, Heru. 2008. Merancang dan Merencana Lapangan Terbang. PT.Alumni: Bandung.

Bayurezeky. 2017. Analisis Kapasitas *Apron*: Permasalahan dan Usulan Konsep Desain Terminal Baru pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin . Skripsi tidak diterbitkan, Makassar: Jurusan Teknik Sipil Universitas Hasanuddin. <https://core.ac.uk/download/pdf/77630814.pdf>

Boeing Commercial Airplane. 2002. Airplane Characteristic for Airport Planning. Seattle, Wainshington 98124-2207 U.S.A

Das, Braja M. 1985. Mekanika Tanah (Jilid I) Terjemahan. Jakarta : Erlangga.

- Dwinanta Utama. 2013. Analisis Struktur Perkerasan Runway, Taxiway, dan Apron Bandar Udara DR.F.L.Tobing Menggunakan Metode United States of American Practice. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Industri dan Sistem Transportasi BPP Teknologi. Ejournal2. bppt.go.id/index.php?JSTI/article/view/754
- Federal Aviation Administration (FAA).1995. Advisory Circular (AC) 150/5320-6D. Design and Evaluation of Pavement at Civil Airports. US Departement of Transportation.
- Federal Aviation Administration (FAA). 2009. Advisory Circular (AC) 150/5320-6E. Design and Evaluation of Pavement at Civil Airports. US Departement of Transportation Federal Aviation Agency: Amerika Serikat
- Federal Aviation Administration (FAA). 2011. Standardized Method of Reorting Airport Pavement Strength-PCN. US Departement of Transportation Federal Aviation Agency: Amerika Serikat
- Federal Aviation Administration (FAA). 2014. Advisory Circular (AC) 150/5300-13A. Standards for Taxiway Fillet Design. US Departement of Transportation Federal Aviation Agency: Amerika Serikat
- Heru, Basuki. 1986. Merancang Merencanakan Lapangan Terbang. Penerbit Alumni: Bandung.
- Horonjeff, et al. 2010. Planning and Design of Airports (Fifth Edition). Mc. Graw-Hill Inc: New York.
- Horonjeff, R. 1976. Planning & Design of Airports. New York San Francisco Lisbon London Madrid Mexico City Milan New Delhi San Juan Soul Singapore Sydney Toronto: New York.
- Horonjeff, R., & McKelvey,F.X. 1993. Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara Edisi Ketiga Jilid 1. Jakarta : Erlangga.
- Horonjeff, R., & McKelvey,F.X. 1998. Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara Edisi Ketiga Jilid 2. Jakarta : Erlangga.
- Kokasih, 2004. Analisa Kerusakan Retak Lelah pada Struktur Perkerasan kaku Landasan Pesawat Udara dengan menggunakan Program Airfield. Jurnal Teknik Sipil ITB.
- Sandhyafitri, 2005.Teknik Lapangan Terbang 1, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Riau, Pekan Baru.
- Sulandari, Eti. Tesis Magister. 2002. Pengembangan Sistem Pemeliharaan Perkerasan Sisi Udara pada Lapangan Terbang: ITB Bandung.
- Sunu, Hanindita Diajeng dan Jenary Bayu Tetha. 2008. Perencanaan Runway, taxiway, dan apron BJB. Digilib Polban.