

**ANALISIS PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN *RIGID*
MENGUNAKAN METODE EMPIRIS PADA
PARKING STAND 7 dan *8* di BANDAR UDARA
HUSEIN SASTRANEGARA BANDUNG**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat lulus Pendidikan
Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara
Program Sarjana Terapan

Oleh

DIAZ ADITAMA

NIT: 56192030032



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR
UDARA PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG
JULI 2024**

ABSTRAK

ANALISIS PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN *RIGID* MENGUNAKAN METODE EMPIRIS PADA *PARKING* *STAND 7 dan 8* di BANDAR UDARA HUSEIN SASTRANEGARA BANDUNG

Oleh

DIAZ ADITAMA

NIT: 56192030032

Program Studi Teknologi Rekayasa

Bandar Udara Program Sarjana Terapan

Boeing 737-800 merupakan pesawat terpenting di Bandara Husein Sastranegara Bandung yang memiliki ruang *apron* berukuran 388 x 80 meter dan delapan parking stand. Permasalahan pada struktur perkerasan *apron* yang sudah mulai mengelupas dan perhitungan PCN Bandara Husein Sastranegara Bandung belum sesuai standar ketentuan regulasi karena nilai *Aircraft Classification Number* (ACN) lebih tinggi dibandingkan dengan nilai PCN. Tujuan penelitian ini adalah melakukan analisis perkerasan *rigid* apron 7 dan 8 untuk menaikkan nilai PCN pada *apron*. Jenis penelien kualitatif, dengan metode yang digunakan adalah kualitatif deskriptif. Pengumpulan data numerik melalui hasil survey dokumentasi teknis di bandar udara didukung oleh wawancara dan studi literatur. Hasil penelitian didapat dengan metode empiris yaitu perumusan matematis sesuai dokumen FAA 150/5320-6D sehingga didapatkan nilai *layering subbase* sebesar 254 mm, *stabilized base* 130 mm, dan *surface* slab beton sebesar 381 mm dan total 765 mm. Nilai PCN didapatkan sebesar 63 atau 63 R/B/W/T dan hal ini telah sesuai dengan rekomendasi KP 39 Tahun 2015 tentang Standar Teknis dan Praktis Perkerasan Sipil Peraturan Keselamatan yaitu $ACN < PCN$. Hasil perhitungan ini dapat menjadi pertimbangan dalam menambah dan mendukung perencanaan setiap *layering* perkerasan pada *parking stand* untuk memastikan keselamatan dan keamanan pergerakan pesawat udara di Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung.

Kata kunci: Bandar Udara, Apron, Perkerasan Rigid, PCN

ABSTRACT
ANALYSIS OF RIGID PAVEMENT THICKNESS
CALCULATIONS USING EMPIRICAL METHODS ON PARKING
STANDS 7 and 8 AT HUSEIN SASTRANEGARA AIRPORT
BANDUNG

By

DIAZ ADITAMA

NIT: 56192030032

Bachelor's degree of airport engineering technology

The Boeing 737-800 is the most critical aircraft at Bandung's Husein Sastranegara Airport which has an apron space measuring 388 x 80 meters and eight parking stands. The problem is with the apron pavement structure, which has started to peel, and the PCN calculation at Husein Sastranegara Bandung Airport does not comply with regulatory standards because the Aircraft Classification Number (ACN) value is higher than the PCN value. This final assignment aims to analyze the rigid pavement of aprons 7 and 8 to increase the PCN value on the apron. The research method used is descriptive quantitative, which collects numerical data through the results of technical documentation surveys at airports supported by interviews and literature studies. The calculation results were obtained using an empirical method, namely a mathematical formulation according to FAA document 150/5320-6D, resulting in a layering subbase value of 254 mm, a stabilized base of 130 mm, and a concrete slab surface of 381 mm and a total of 765 mm. The PCN value was obtained at 63 or 63 R/B/W/T, and this is by the recommendations of KP 39 of 2015 concerning Technical and Practical Standards for Civil Pavement Safety Regulations, namely $ACN < PCN$. The results of this calculation can be considered in adding and supporting the planning of each pavement layering on the parking stand to ensure the safety and security of aircraft movement at Husein Sastranegara Airport Bandung.

Keywords: *Airport, Apron, Rigid construction, PCN*

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir: “ANALISIS PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN *RIGID* MENGGUNAKAN METODE EMPIRIS PADA *PARKING STAND* 7 dan 8 di BANDAR UDARA HUSEIN SASTRANEGARA BANDUNG” telah diperiksa dan disetujui untuk diuji tim penguji sebagai salah satu syarat lulus Pendidikan Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara Angkatan ke- 1 Politeknik Penerbangan Palembang.



Nama : DIAZ ADITAMA

NIT : 56192030032

PEMBIMBING I

HERLINA FEBIYANTI, S.T., M.M.

Penata Tk. 1 (III/d)

NIP. 1988302072007122002

PEMBIMBING II

FAISAL REZA, S.T., M.Sc.

Pembina (IV/a)

NIP. 198410192009121003

KETUA PROGRAM STUDI

Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.

Pembina (IV/a)

NIP. 198103062002121001

PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir: “ANALISIS PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN *RIGID* MENGGUNAKAN METODE EMPIRIS PADA *PARKING STAND* 7 dan 8 di BANDAR UDARA HUSEIN SASTRANEGARA BANDUNG” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara Angkatan ke- 1, Politeknik Penerbangan Palembang. Tugas akhir ini telah dinyatakan LULUS Program Diploma IV pada tanggal 24 Juli 2024.

KETUA



Ir. DWI CANDRA YUNIAR, S.H., S.ST., M.Si
Pembina (IV/a)
NIP. 197606121998031001

SEKRETARIS



HERLINA FEBYANTI, S.T., M.M.
Penata Tk.1 (III/d)
NIP. 1988302072007122002

ANGGOTA



ANTON ABDULLAH, S.T., M.M.
Pembina (IV/a)
NIP. 197810252000031001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Diaz Aditama

NIT : 56192030032

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Menyatakan bahwa tugas akhir berjudul “ANALISIS PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN *RIGID* MENGGUNAKAN METODE EMPIRIS PADA *PARKING STAND* 7 dan 8 di BANDAR UDARA HUSEIN SASTRANEGARA BANDUNG” merupakan karya asli bukan merupakan hasil plagiarism.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik dari Politeknik Penerbangan Palembang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, 24 Juli 2024

Yang Membuat Pernyataan



Diaz Aditama

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir D.IV yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Politeknik Penerbangan Palembang dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Politeknik Penerbangan Palembang. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penelitian tugas akhir ini dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia sebagai berikut:

Aditama, Diaz. (2024): *ANALISIS PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN RIGID MENGGUNAKAN METODE EMPIRIS PADA PARKING STAND 7 DAN 8 DI BANDAR UDARA HUSEIN SASTRANEGARA BANDUNG*, Tugas Akhir Program Diploma IV, Politeknik Penerbangan Palembang.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tugas akhir haruslah seizin Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Politeknik Penerbangan Palembang.

*Dipersembahkan kepada
Ayahanda Zulkarnaen dan Ibunda Diah Lisdawaty*

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat limpahan rahmat dan hidayah – Nya, tugas akhir yang berjudul: “ANALISIS PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN RIGID MENGGUNAKAN METODE EMPIRIS PADA PARKING STAND 7 & 8 di BANDAR UDARA HUSEIN SASTRANEGARA BANDUNG” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penyusunan tugas akhir ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan di Politeknik Penerbangan Palembang dan memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S. Tr. T.).

Ucapan terimakasih saya sampaikan kepada segenap pihak yang telah membantu selama proses penyusunan tugas akhir ini, terutama kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan berkat dan lindungan yang luar biasa pada hamba-Nya
2. Kedua Orang Tua saya yaitu Bapak Zulkarnaen dan Ibu Diah Lisdawaty orang yang hebat yang selalu jadi support system penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dan selalu memberikan motivasi, terima kasih selalu berjuang untuk kehidupan penulis. Terima kasih untuk semuanya berkat doa dan dukungan papah dan mamah penulis bisa berada di titik ini yanpa kalian penulis tidak mungkin berada di titik sekarang.
3. Bapak Sukahir, S.SiT., M.T., selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang.
4. Bapak Ir. M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si. selaku Ketua Prodi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Politeknik Penerbangan Palembang.
5. Ibu Herlina Febiyanti, S.T., M.M. selaku Dosen Pembimbing I.
6. Bapak Faisal Reza, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II.
7. Seluruh Personel Teknik Umum Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung.
8. Seluruh Dosen dan Civitas Akademika Program Studi TRBU.
9. Rekan-rekan Taruna Prodi TRBU 01 Politeknik Penerbangan Palembang.
10. Rekan-rekan Taruna/I Politeknik Penerbangan Palembang Angkatan ke-1

11. Lintang Septia yang selalu memberikan *support*, kasih sayang serta doa yang menjadi penyemangat saya dalam menulis Tugas Akhir ini. Terima kasih banyak sudah selalu direpotkan dengan keluh kesah penulis.

Tidak ada gading yang tidak retak. Penulis menyadari karya ini masih jauh dari sempurna. Kami memohon maaf atas kesalahan yang kurang berkenan. Kritik dan saran memotivasi kami untuk melakukan pekerjaan yang lebih baik di masa mendatang.

Palembang, 24 Juli 2024

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'D' followed by several vertical strokes and a horizontal line at the end.

Diaz Aditama

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
PENGESAHAN PENGUJI	v
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	vi
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Batasan Masalah	5
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Landasan Teori.....	7
B. Penelitian yang Relevan.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	26
A. Metode Penelitian	26
B. Teknik Pengumpulan Data	28
C. Teknik Analisis Data	28

D.	Tempat Penelitian	29
E.	Waktu penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		30
A.	Hasil	30
B.	Pembahasan	33
a)	Perhitungan <i>Forecasting</i>	34
b)	Data Penerbangan	36
c)	Perhitungan <i>Wheel Load (W2)</i>	36
d)	Menghitung <i>Gear Departure (R2)</i>	36
e)	Menghitung Beban Roda Pesawat Kritis (W1)	37
f)	<i>Equivalent Annual Departure (R1)</i>	37
4.	Perhitungan Tebal Perkerasan Metode Grafik <i>FAA AC 150/5320-6D</i> ..	38
a)	Nilai <i>k subgrade</i>	38
b)	Nilai <i>k subbase</i>	38
c)	Penentuan <i>stabilized base</i>	39
d)	Plot menuju grafik perhitungan tebal <i>subbase</i>	39
e)	Plot menuju grafik perhitungan tebal slab beton	40
f)	Menghitung nilai <i>Pavement Classification Number (PCN)</i>	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		44
A.	Kesimpulan.....	44
B.	Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....		45
LAMPIRAN		48

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Dimensi Apron.....	8
Gambar II. 2 Struktur Perkerasan Lentur.....	9
Gambar II. 3 Struktur Perkerasan Kaku.....	10
Gambar II. 4 Nilai k Lapisan Pondasi Bawah.....	17
Gambar II. 5 Peletakan Dowell.....	21
Gambar II. 6 Jenis Sambungan pada Perkerasan Kaku.....	22
Gambar II. 7 Ilustrasi Garis Regresi Linear.....	23
Gambar III. 1 <i>Flow Chart</i> Penelitian.....	27
Gambar IV. 1 Tampak Depan dan Samping Pesawat Udara B737-800.....	31
Gambar IV. 2 Jenis Kerusakan yang Terjadi.....	33
Gambar IV. 3 Grafik Perhitungan Tebal Subbase.....	39
Gambar IV. 4 Grafik Perhitungan Slab Beton.....	40
Gambar IV. 5 Layering Perkerasan kaku.....	41
Gambar IV. 6 Grafik Forecasting Pesawat Tahun 2025-2045.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Contoh Penentuan Pesawat Kritis.....	14
Tabel II. 2 Konfigurasi Roda Pendaratan.....	15
Tabel II. 3 Daftar Konversi Roda Pendaratan Pesawat.....	19
Tabel II. 4 Kategori Daya Dukung Subgrade Konstruksi Perkerasan Kaku.....	20
Tabel II. 5 Kategori Daya Dukung Subgrade Konstruksi Perkerasan Lentur.....	20
Tabel II. 6 Kategori Tekanan Ijin Roda Pesawat.....	20
Tabel II. 7 Peletakan Dowell.....	21
Tabel III. 1 Jadwal Penelitian.....	29
Tabel IV. 1 Kondisi Eksisiting <i>Parking Stand 7 & 8</i>	30
Tabel IV. 2 Penentuan Kode Klasifikasi Bandara.....	32
Tabel IV. 3 Data Pergerakan Pesawat.....	34
Tabel IV. 4 Data Perhitungan <i>Forecasting</i> Penumpang.....	34
Tabel IV. 5 Hasil Perhitungan Peramalan (<i>Forecasting</i>) 2025-2045.....	35
Tabel IV. 6 Data Penerbangan Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung Tahun 2023.....	36
Tabel IV. 7 Hasil Perhitungan Tebal Perkerasan Dengan Metode Grafik.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Jenis Kerusakan yang Terjadi.....	48
Lampiran B KP 93 Tahun 2015	49
Lampiran C Patching pada permukaan apron	50
Lampiran D Lembar Bimbingan Tugas Akhir Pembimbing 2	51
Lampiran E Transkrip Hasil Wawancara.....	52
Lampiran F Hasil Cek Plagiasi.....	53

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bandar Udara Husein Sastranegara merupakan Bandar Udara di Provinsi Jawa Barat yang dikelola oleh PT. Angkasa Pura II. Bandar udara ini berdiri sejak tahun 1920 oleh Pemerintah Hindia Belanda, dengan nama Luchtvaart Afdeling atau Vliegvel Andir dan setelah tahun 1942 kemudian diambil alih oleh Jepang hingga tahun 1945 dan kemudian akhirnya diambil alih oleh Angkatan Udara Republik Indonesia (AURI). Aspek sisi udara dari desain Bandar Udara termasuk *runway*, *taxiway*, dan *apron* mengikuti ukuran dan dimensi yang umum. Termasuk *apron* sebagai fasilitas sisi udara untuk parkir, bongkar muat penumpang dan barang, serta melakukan perawatan.

Identifikasi masalah melalui studi dokumentasi pada PT. Angkasa Pura II cabang Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara Bandung tahun 2022, luas *apron* Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung adalah 388 x 80 meter dan terdapat 8 *parking stand* disana. Hasil observasi penulis bahwa terdapat dua tipe *parking stand* yaitu tiga *parking stand flexible* dan lima *parking stand rigid*. Dimana nomor 1, 2, dan 3 menggunakan jenis perkerasan lentur/aspal (*flexible pavement*) dan 4, 5, 6, 7, dan 8 menggunakan jenis perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan beton. Hasil wawancara dengan *Supervisor* Teknik Umum mengungkap alasan mengapa terdapat dua jenis perkerasan pada *apron* ini dikarenakan Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung merupakan bandar udara peninggalan Belanda yang sudah memiliki *apron* dengan jenis perkerasan *flexible*, dan baru pada tahun 1994 Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung tersebut boleh dipergunakan untuk penerbangan komersial yang dikelola oleh PT. Angkasa Pura 2, lalu dibuatlah perkerasan *rigid* pada *apron*.

Pada penelitian ini, penulis memfokuskan menganalisis jenis perkerasan *rigid* pada *apron* di Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung dikarenakan perkerasan *rigid* memiliki karakteristik mampu menahan beban statis yang lebih

tepat dan cenderung tidak berubah untuk diterapkan di *apron* dimana pesawat parkir dan tekanan roda langsung ke permukaan tanah (Huzeirien & Dahlan, 2018a).

Perhitungan perkerasan sangatlah penting karena semakin kuat tanah maka semakin tebal perkerasannya, karena tanah pondasi berfungsi untuk menopangnya (Ramdhani, 2016). Disisi lain, permasalahan yang diangkat penulis yaitu dengan pesawat kritis B737-800, saat ini nilai *Aircraft Classification Number* (ACN) di Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung lebih besar dari *Pavement Classification Number* (PCN) atau $ACN > PCN$, sedangkan regulasi PR 21 Tahun 2003 menyatakan ketentuan nilai $ACN < PCN$ (Anis, 2016). Data yang dikumpulkan dari observasi dan dokumen menunjukkan bahwa nilai PCN di apron Bandar Udara ini lebih rendah dibandingkan nilai kritis ACN pesawat jenis B737-800 yang memiliki nilai ACN sebesar 54. Padahal, sesuai PR 21 Tahun 2023 dan KP 93 Tahun 2015 terkait proteksi operasional, *apron* tidak boleh terkena gerak dari pesawat dengan ACN lebih dari 1.05 hingga 1,1 persen lebih besar dari nilai PCN. Jika hal ini terjadi, maka *apron* akan mengalami kerusakan seperti retak *alligator*, retak memanjang, dan dudukan. Kondisi terparah yang membutuhkan perencanaan tebal perkerasan rigid ulang adalah pada parking stand 7 (tujuh) dan 8 (delapan).

Saat ini perhitungan yang digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan di Indonesia telah menggunakan metode mekanistik dengan aplikasi COMFAA yang dikeluarkan oleh *Federal Aviation Administration* (FAA), namun penggunaan metode manual atau yang dikenal sebagai metode empiris masih perlu digunakan karena sifatnya sebagai metode perhitungan *surface oriented* dan sesuai dengan tujuan penelitian penulis pada Tugas Akhir ini yaitu perencanaan tebal perkerasan. Metode empiris ini menggunakan perhitungan berdasarkan dokumen 150/5320-6D yaitu cara perhitungan yang sudah lama digunakan dan masih relevan (Anis, 2016a). Metode ini bergantung pada dua faktor utama yaitu ukuran pesawat terbesar dan kekuatan tanah dasar atau *California Bearing Ratio* (CBR). Kekuatan tanah dasar akan menentukan

ketebalan lapisan perkerasan, mulai dari lapisan paling bawah (*subgrade*) hingga lapisan permukaan (*surface base*).

Untuk lapisan permukaan, kekuatannya diukur dengan *uji marshall*. Uji ini membantu mengetahui kapan lapisan tersebut akan rusak. Pada intinya, metode empiris ini menghubungkan antara kekuatan tanah (CBR), jenis pesawat, dan ketebalan lapisan perkerasan. Hubungan ini biasanya disajikan dalam bentuk grafik atau tabel yang memudahkan perhitungan. Baik badan penerbangan internasional yaitu *International Civil Aviation Organization* (ICAO) maupun badan *Federal Aviation Administration* (FAA) masih mengakui dan menggunakan metode empiris ini. Meskipun ada metode baru yang lebih canggih, metode empiris tetap bisa menjadi acuan, terutama untuk melihat kondisi permukaan perkerasan (Anis, 2016). Setelah didapatkan tebal perkerasan, kemudian penulis menghitung nilai PCN untuk mengetahui rekomendasi nilai perkerasan yang disarankan agar pesawat dengan prioritas muatan tertinggi, seperti pesawat berdimensi lebar seperti *Boeing 737-800*, *Airbus A320*, dan *Hercules C-130*, akan dapat mendarat di Bandar Udara Husein Sastranegara.

Penelitian analisis perhitungan tebal perkerasan telah banyak dilakukan, beberapa menggunakan aplikasi COMFAA telah banyak dituliskan dalam berbagai jurnal seperti pada (Afriyani & Suryan, 2022; Suryan et al., 2023) yang merencanakan perkerasan *runway* di Bandara Minangkabau untuk perencanaan 20 tahun. Penelitian oleh (Pradana et al., 2020) menaikkan tebal perkerasan *runway* di Bandar Udara Husein Sastra Negara dari total 100 cm menjadi 127 cm dengan menggunakan *software* COMFAA. Sedangkan pada penelitian (Anis, 2016) melakukan perbandingan perhitungan menggunakan metode empiris dan metode mekanistik dengan studi kasus di Bandar Udara Kertajati. Hasil yang didapat pada penelitian kedua menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antara perhitungan empiris dan mekanistik, sehingga keduanya masih layak digunakan.

Dengan latar belakang diatas maka penulis mengangkat judul “ANALISIS PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN RIGID MENGGUNAKAN METODE EMPIRIS PADA PARKING STAND 7 dan 8 di BANDAR UDARA HUSEIN SASTRANEGARA BANDUNG”. Pada Tugas Akhir ini penulis akan membuat analisis perhitungan untuk apron dengan jenis perkerasana kaku atau *rigid* dengan menampilkan *forecasting* 20 tahun kedepan.

Perhitungan ini juga tidak sebatas bagian atas lapisan saja, melainkan seluruh *layer* perkerasan yaitu *subgrade*, *subbase*, dan *surface* dengan menggunakan jenis perhitungan empiris berdasarkan rekomendasi Dokumen 9157 part 3, FAA 150/5320-6D serta KP 93 Tahun 2015. Penulis berharap hasil perhitungan yang didapatkan pada Tugas Akhir ini dapat membantu bandar udara dengan menjadi rekomendasi kepada manajemen untuk melakukan perbaikan untuk mewujudkan semboyan 3S+1C yaitu *safety*, *security*, *service*, and *compliance* di Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas maka penulis mengidentifikasi permasalahan yaitu bagaimana analisis perhitungan tebal perkerasan dan perhitungan PCN *Rigid* pada *parking stand* nomor 7 dan 8 di Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk menganalisis perhitungan tebal perkerasan dan PCN pada *parking stand rigid* nomor 7 dan 8 di Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memaksimalkan keselamatan terbang sebagaimana semboya 3S+1C yaitu *safety*, *security*, *service*, and *compliance*.
2. Meningkatkan keselamatan dan keamanan sisi udara sesuai dengan aturan yang relevan.

3. Karena ini adalah cara yang bagus bagi penulis untuk mengajar orang lain dan memperdalam pemahaman mereka tentang *parking stand* desain ketebalan.

E. Batasan Masalah

Untuk memastikan bahwa judul tersebut tidak keluar dari konteks, maka kajian Tugas Akhir ini berfokus pada penentuan daya dukung konstruksi *apron rigid* dan fleksibel dengan memperhatikan ketebalan perkerasan *rigid* dan fleksibel. Pencipta membatasi permasalahan berikut ini di Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung:

1. Perhitungan tebal perkerasan menggunakan metode empiris FAA.
2. Dapat merencanakan perkerasan *rigid* dan perhitungan nilai ACN-PCN.
3. Merencanakan ketebalan konstruksi perkerasan hanya pada titik *parking stand* perkerasan *rigid* nomor 7 dan 8.

F. Sistematika Penulisan

Berikut bagian-bagian yang menyusun laporan Tugas Akhir ini:

1. Bab I Pendahuluan

Yang termasuk dalam pendahuluan adalah sebagai berikut: alasan kajian, uraian permasalahan, tujuan penelitian, kendala, kelebihan, dan metodologi penulisan.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

Landasan teoritis pengolahan dan penghitungan data terkait penelitian akan dituangkan dalam bab tinjauan pustaka.

3. Bab III Metodologi Penelitian

Ketebalan perkerasan *apron* termasuk dalam metodologi penelitian. Lampiran pada Bab III akan memberikan metode penelitian yang digunakan untuk mencapai tujuan yang diuraikan dalam Bab I. Diagram alur penelitian, metodologi pengumpulan data, dan perencanaan.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab 4 merinci proses penentuan ketebalan perkerasan *apron* menggunakan metode empiris.

5. Bab V Simpulan dan Saran

Kesimpulan terkait apa yang dilaksanakan dalam Tugas Akhir tentang cara menghitung ketebalan perkerasan optimal diberikan pada bagian terakhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Apron pada Bandar Udara

Menurut peraturan Kementerian Perhubungan (No. PR 21 Tahun 2023), Bandar Udara didefinisikan sebagai kawasan tertutup (di darat atau di perairan) yang berfungsi sebagai tempat pendaratan dan lepas landas pesawat udara, naik dan turunnya orang, bongkar muat barang, dan area perpindahan antar moda transportasi yang berbeda (Peraturan & Penerbangan, 2023). Sesuai KP 326 Tahun 2019 tentang standar teknik dan administrasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil, *apron* adalah suatu area tertentu pada suatu Bandar Udara yang dapat dimanfaatkan oleh pesawat udara untuk berbagai keperluan, antara lain bongkar muat penumpang dan barang, parkir, dan melakukan perbaikan kecil.

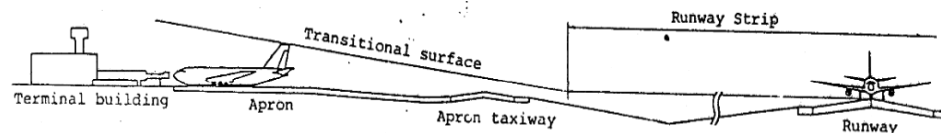
Fasilitas sisi udara ini memiliki beberapa tujuan, termasuk mengisi bahan bakar, parkir, mempersiapkan pesawat, menaikkan dan menurunkan penumpang dan kargo. Di sini, pesawat dapat parkir (di gerbang, *stand*, atau *ramp*) dan jalur sirkulasi dapat ditemukan untuk pesawat yang datang dan pergi (*taxiline*), semuanya sebelum penerbangan dapat dilanjutkan. Dimensi dan penempatan gerbang harus dipertimbangkan dengan cermat sehubungan dengan bidang yang akan menggunakannya. Bentang sayap, panjang, dan radius putar pesawat termasuk di antara fitur-fitur yang disebutkan, serta perlunya truk perawatan untuk pesawat saat berada di gerbang.

a. Konsep *Apron*

Konsep *Apron* (Terminal) merupakan ide untuk terminal atau *apron* bandar Udara. Fungsi *apron* sangat terkait dengan fungsi terminal. *Apron* sebagai bagian bandar udara yang memberikan pelayanan kepada terminal, harus direncanakan sesuai dengan kebutuhan dan fitur terminal, sebagaimana tercantum dalam Perintah Eksekutif No. SKEP/77/VI/2005 dari Direktorat

Jenderal Perhubungan Udara Terkait dengan standar teknis pengelolaan fasilitas teknik di Bandar Udara. *Aerodrome Design Manual, Section 2 (Doc 9157-AN/901)*.

b. Dimensi *Apron*



Gambar II. 1 Dimensi *Apron*

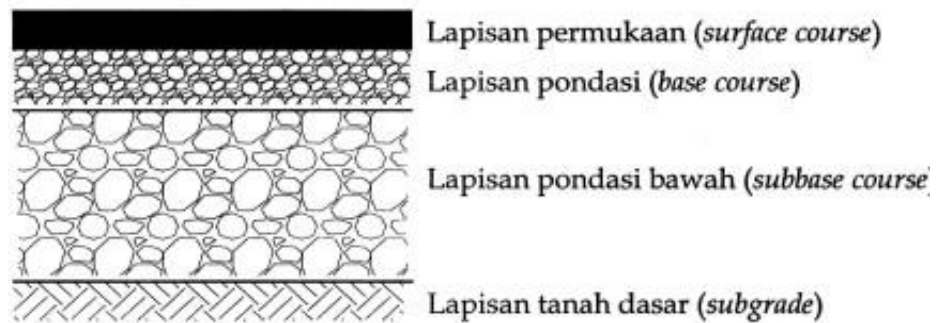
(sumber : SKEP 77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

2. Perkerasan Pada Bandar Udara

Satu atau lebih lapisan perkerasan bahan olahan menahan beban tanpa merusak struktur jalan secara serius, konstruksi ini dikenal dengan sebutan perkerasan jalan (Rahman et al., 2021). Setiap lapisan perkerasan harus cukup tebal untuk mencegah beban pesawat yang beroperasi merusak lapisan di bawahnya dan permukaannya harus halus dan aman dalam segala kondisi cuaca. Tanah dasar merupakan pertimbangan penting ketika merancang perkerasan. *California Bearing Ratio (CBR)* adalah cara umum untuk merepresentasikan kekuatan tanah.

Nilai *CBR Subgrade* harus minimal 3% agar dapat menghitung ketebalan perkerasan di Bandar Udara dan menciptakan perkerasan lentur. Sebaliknya, modulus reaksi tanah dasar minimal $13,5 \text{ MN/m}^3$ diperlukan untuk desain perkerasan *rigid*. Jika daya dukung tanah dasar tidak terpenuhi, maka perlu distabilkan hingga tingkat yang disyaratkan. Menurut (Basuki, 1986) yang termuat dalam buku “Perancangan Rencana Bandar Udara”, ada dua jenis perkerasan jalan, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

a. Perkerasan Lentur (*Flexible*)



Gambar II. 2 Struktur Perkerasan Lentur

Karena kualitasnya yang elastis, perkerasan lentur mudah mengalami transformasi ketika terkena beban yang berlebihan. Berikut tata letak lapisan perkerasan lentur:

1) Tanah Dasar (*Subgrade*)

Subgrade memainkan peran penting dalam desain ketebalan perkerasan, yang pada gilirannya berdampak pada kualitas konstruksi perkerasan. Kekuatan dan ketahanan struktur secara langsung dipengaruhi oleh kualitas tanah dasar. Perkerasan *rigid* menggunakan nilai CBR yang dinyatakan dalam persentase (%), untuk menentukan kekuatan tanah dasar, yang kemudian diubah menjadi nilai k . Nilai k , atau modulus reaksi tanah dasar, dinyatakan dalam pci atau Mn/m^3 . *Pound per inci kubik (pci)* adalah satuan CBR, dan nilai k adalah fungsi dari itu. Anda dapat mencari nilai k dengan memasukkannya ke dalam persamaan:

$$k = 28,6926 \times \text{CBR}^{0.7788}$$

2) Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase*)

Diselingi di bawah pondasi dan lapisan atas (*base*), *subbase* merupakan komponen penting dalam pengembangan perkerasan jalan.

3) Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

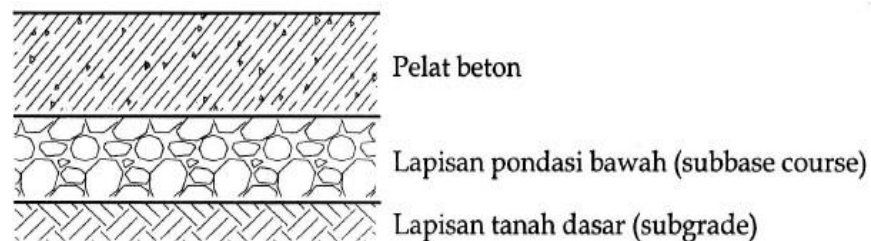
Apa yang terletak di antara lapisan dasar dan lapisan permukaan perkerasan disebut alas.

4) Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan atas yang disebut permukaan, bertanggung jawab untuk menopang berat perkerasan di bawahnya dan menjaga keutuhannya selama masa pakai. Perkerasan *flexible* mempunyai banyak manfaat, antara lain mudah direncanakan dan digunakan untuk semua jenis lalu lintas udara berdasarkan klasifikasinya, tidak memerlukan sambungan pada saat pemasangan, cocok untuk pelapisan pada semua permukaan, dan mudah ditentukan ketebalannya.

Namun demikian, terdapat beberapa kelemahan pada perkerasan lentur. Salah satunya adalah rumitnya pengendalian kualitas penyebaran yang dipengaruhi oleh suhu peletakan dan suhu pemadatan yang ditentukan oleh data laboratorium setelah penyebaran di lapangan. Dalam kasus seperti ini, perkerasan lentur tidak mampu menahan basah atau area dengan drainase yang tidak memadai.

b. Perkerasan *Rigid* (*Rigid*)



Gambar II. 3 Struktur Perkerasan Kaku

Komponen utama perkerasan *rigid* adalah beton, yang kemudian dibiarkan mengeras (Khamid et al., 2023) dan digunakan sebagai permukaan jalan. Pelat beton yang membentuk perkerasan *rigid* berada di atas lapisan asli yang dipadatkan yang disebut *subgrade* yang merupakan butiran atau *subbase* yang distabilkan. *Subbase* mungkin tidak selalu diperlukan tergantung pada keadaan. Struktur perkerasan *rigid* digambarkan sebagai berikut:

1) Tanah Dasar (*Subgrade*)

Untuk mendapatkan stabilitas yang cukup dan dukungan yang konsisten, maka perlu diperoleh material *subgrade* untuk ditempatkan di bawah perkerasan keras. Secara alami, pada kadar air yang tepat, pemadatan dapat meningkatkan kepadatan. Kekuatan *subgrade* dapat ditingkatkan dengan memasukkan kedua elemen ini. Perkerasan *rigid* tidak memerlukan pemadatan yang melelahkan dan rumit seperti halnya perkerasan lentur.

Seluruh bagian tanggul yang dibangun dengan tanah padat diwajibkan oleh *FAA-T-611*, *AASHTO T-180*, *ASTM-D-1557* atau Bina Marga pb-0112-76 untuk dipadatkan hingga kepadatan maksimum 90%. Tanah yang digali harus mempunyai lapisan atas setebal 15 sentimeter, atau *subgrade* 6 inci yang dipadatkan hingga kepadatan maksimum 90% agar tanah tetap kohesif.

Jika menggunakan tanah non-kohesif untuk tanggul, pastikan memadatkan bagian atasnya setinggi 15 cm (6 inci) hingga kepadatan maksimum 100%. Saat mengerjakan tanah yang sejenis dalam penggalian, lapisan atas 15 cm (6 in) harus dipadatkan hingga kepadatan maksimum 100%, sedangkan lapisan di bawah 46 cm (18 in) harus dipadatkan hingga kepadatan maksimum. kepadatan 95%.

2) Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapisan *subbase* P-154 setebal 4 inci (100 mm) merupakan material dasar yang biasa. Untuk lapisan *subbase*, Anda dapat menggunakan bahan-bahan berikut:

- a) *P-154 Subbase course*
- b) *P-208 Aggregate base course*
- c) *P-209 Crushed aggregate base course*
- d) *P-201 Lime rock base course*
- e) *P-304 Cement treated base course*
- f) *P-306 Econocrete subbase course*
- g) *P-401 Plant mix bituminious payement*

Pada perkerasan baru yang akan digunakan oleh pesawat dengan berat 100.00 Ib (45.400kg), lapisan pondasi bawah perlu distabilisasikan. Berikut adalah jenis-jenis stabilisasi lapisan pondasi bawah:

- a) P-304 *Cement treated base course*
- b) P-306 *Econocrete subbase course*
- c) P-401 *Plant mix bituminous payments*

3) Beton

Fungsi lapisan atas beton adalah untuk membuat permukaan menjadi kasar, menghalangi masuknya air permukaan, dan menopang struktur di bawahnya. P-501 Pembayaran beton semen merupakan kategori bahan standar. Ujung *runway*, titik pertemuan *runway* dengan *taxiway*, *apron*, dan tempat lain yang digunakan untuk parkir pesawat atau daerah yang terkena dampak panas *jet blast* dan luapan minyak seringkali merupakan lokasi yang dilapisi dengan perkerasan *rigid*. Ketebalan perkerasan keras dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti:

- a) Untuk setiap jenis pesawat yang akan ditampung oleh perkerasan tersebut, perlu diberikan proyeksi tentang lalu lintas pesawat, keberangkatan tahunan, atau jumlah total lepas landas yang akan terjadi sepanjang umur desain perkerasan yang berumur 20 tahun. Berbagai jenis pesawat dengan bobot dan jenis roda pendaratan yang berbeda-beda tercantum dalam tabel perkiraan lalu lintas.
- b) Ini adalah berat lepas landas maksimum pesawat yang digunakan untuk menentukan ketebalan perkerasan yang diperlukan. Reaksi perkerasan terhadap berat pesawat dan distribusi berat pesawat ditentukan oleh jenis roda pendaratan.
- c) Tanah dasar atau subbase – Kombinasi tanah dasar.
- d) Sambungan konstruksi pelat beton.

3. Karakteristik Pesawat

Spesifikasi umum pesawat diperlukan untuk desain infrastruktur sebelum selesainya bandara dengan segala fasilitasnya. Desain perkerasan harus mengikuti rencana pesawat jika jumlah keberangkatan tertentu per tahun dimaksudkan untuk mengakomodasi berbagai jenis pesawat yang melewati perkerasan tersebut. Pada penulisan Tugas Akhir ini pertimbangan seperti desain pesawat terbang, yang menentukan ketebalan perkerasan, situasi tanah dasar, yang menentukan jenis konstruksi, dan lalu lintas bandara semuanya berperan dalam pengambilan Keputusan sebagaimana KP 39 Tahun 2015.

4. Perhitungan Metode Empiris

Rencana konstruksi *apron* Bandara harus mematuhi peraturan yang ditetapkan Dokumen ICAO 9157 dan perhitungan sesuai rekomendasi *Federal Aviation Administration* (FAA). Perencanaan dan analisis perkerasan bandar udara *No. AC 150/5320-6E* menjelaskan prosedur ini. Teknik FAA mengasumsikan bahwa, kecuali ada perubahan pada pesawat, umur layanannya dapat diperpanjang hingga 20 tahun dengan sedikit perawatan. Informasi yang harus disediakan adalah sebagai berikut:

a) Penentuan Pesawat Kritis

Contoh cara menentukan pesawat yang dimaksud diberikan dalam Bab 3 dokumen FAA *Desain dan analisis tarmac Bandar Udara AC 150/5320-6D*, yang diterbitkan pada tahun 1995.

Tabel II. 1 Contoh Penentuan Pesawat Kritis

<i>Aircraft</i>	<i>Gear Type</i>	<i>Average Annual Departure</i>	<i>Maximum Take of Weight</i>
727-100	<i>Dual</i>	3.760	72.600
727-200	<i>Dual</i>	9.090	86.500
707-320B	<i>Dual Tandem</i>	3.050	148.500
DC-g-30	<i>Dual</i>	5.800	49.000
cv-880	<i>Dual tandem</i>	400	83.948
737-200	<i>Dual</i>	2.650	52.440
L-101 1-100	<i>Dual tandem</i>	1.710	204.120

(Sumber: Desain dan Evaluasi Perkerasan Bandar Udara FAA AC 150/5320-6D)

Untuk mengetahui bidang mana yang dapat membuat perkerasan paling tebal, FAA menggunakan kurva desain yang memperhitungkan variabel seperti nilai CBR dan K semakin banyak beban yang dibebankan pada setiap roda, semakin tebal pula perkerasannya. Proses ini diulangi untuk setiap jenis pesawat.





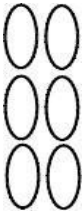
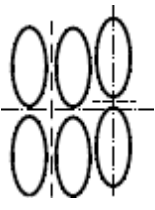
Hal ini dimulai dengan membagi berat lepas landas maksimum atau *Maximum Take Off Weight* (MTOW) dengan jumlah roda pendaratan untuk mengetahui pesawat mana yang menghasilkan berat per roda paling banyak. Setelah menentukan bahwa B737-800 memiliki muatan per roda terbanyak, pesawat khusus ini akan ditetapkan sebagai pesawat rencana atau pesawat paling kritis dalam skenario yang diberikan.

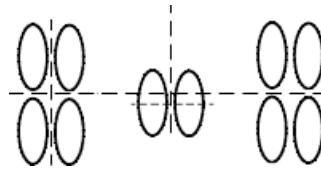
Elemen-elemen yang menyebabkan kerusakan perkerasan sangat dipengaruhi oleh roda pendarat. Semakin banyak beban yang dipindahkan dari pesawat ke roda pendaratan, semakin tinggi beban yang melewati *apron*. Sebaliknya, semakin banyak beban yang dipindahkan dari pesawat ke roda pendaratan seiring dengan bertambahnya jumlah roda.

Roda pendaratan utama yang dipasang di badan pesawat diperkirakan mewakili 95% dari total pendaratan, karena roda pendaratan tersebut

memberikan penopang utama untuk bobot pesawat, sedangkan roda pendaratan hidung hanya menyumbang 5%. Berikut adalah tabel yang menunjukkan perbedaan susunan roda pendaratan untuk berbagai jenis pesawat:

Tabel II. 2 Konfigurasi Roda Pendaratan

<i>Penunjukan Gigi</i>	<i>Penunjukan Gigi</i>	<i>Contoh Pesawat</i>
S	 <i>lajang</i>	<i>Sngl Whl-45</i>
D	 <i>Ganda</i>	<i>B737-100</i>
2S	 <i>2 Single di Tandem</i>	<i>C-130</i>
2D	 <i>2 Ganda secara Tandem</i>	<i>B767-200</i>
3D	 <i>3 Ganda secara Tandem</i>	<i>B777-200</i>
2T	 <i>Dua Roda Tiga Bersamaan</i>	<i>C-17A</i>

$2D/D1$ 

DC10-30/40

Dua Gigi Utama Tandem

Ganda/Gigi Badan Roda

Ganda

(FAA AC-150/5320/6E, Desain dan Evaluasi Perkerasan Bandar Udara)

Rumus untuk menghitung beban per roda pendaratan utama.

$$\text{Muatan roda} = 0,95 \times \text{MTOW} \times \frac{1}{\text{jml roda pendaratan utama}}$$

b) Keberangkatan Pesawat Tahunan

$$n = \left(1 + \frac{b \cdot L}{200}\right)$$

N = total jumlah keberangkatan

L = umur rencana perkerasan

a = angka keberangkatan tiap tahun

b = pertumbuhan lalu lintas (%)

A. Perencanaan Perkerasan *Rigid* Metode FAA

Perkerasan yang digunakan adalah perkerasan *rigid* dengan menimbang beberapa keuntungan dan karakteristik pembebanan diantaranya yaitu:

- 1) Beban maksimum
- 2) Kecepatan lambat hingga berhenti
- 3) Fluida (tahan terhadap air dan petrol product)

Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan tebal perkerasan *rigid* adalah dengan menggunakan metode FAA. Metode ini diberikan dalam *Advisory Circular No. AC 150/5320-6E, Airport Pavement Design and Evaluation*.

Dalam perencanaan dengan metode FAA diperhitungkan untuk masa pemakaian 20 tahun tanpa pemeliharaan yang berarti, apabila tidak ada perubahan pesawat udara yang dilayani. Untuk mendapatkan tebal perkerasan

dengan metode FAA didapat dengan menggunakan kurva-kurva perencanaan perkerasan *rigid* sesuai dengan tipe roda pendaratan pesawat udara yang direncanakan. Data yang diperlukan antara lain:

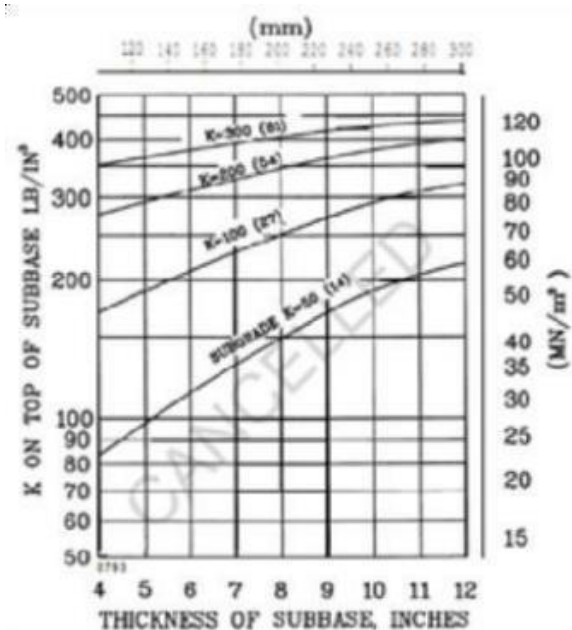
1) Harga k dari *Subgrade*

Metode yang disarankan dalam menentukan nilai modulus tanah dasar adalah dengan melakukan pengujian pada daerah timbunan terbatas yang telah terpasang sesuai dengan spesifikasi. Cara mendapatkan nilai modulus tanah dasar dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$k = \left[\frac{1500 \times CBR}{26} \right]^{0,7788}$$

2) Nilai k *Subbase*

Menentukan nilai k untuk lapisan pondasi bawah dengan pengujian umumnya tidak praktis, terutama pada tahap perencanaan. Nilai k lapisan pondasi bawah sebagai fungsi tebal lapisan pondasi bawah untuk beberapa nilai k lapisan tanah dasar disampaikan sebagai berikut:



Gambar II. 4 Nilai k Lapisan Pondasi Bawah

(sumber: FAA AC 150/5320-6D *Airport Pavement Design and Structure*)

3) Kuat bengkok (*Flexural Strength*)

Lenturan perkerasan *rigid* akibat beban roda, akan menghasilkan tegangan tekan dan tegangan bengkok. FAA memilih umur beton 28 hari

sebagai spesifikasi teknis, sebab hasil penelitian dan evaluasi menunjukkan bahwa dengan harga kuat beton 28 hari akan didapatkan perkerasan yang kuat.

4) *Maximum Take-Off Weight*

Berat maksimum lepas landas (MTOW) dari suatu pesawat udara adalah berat maksimum yang diizinkan dari suatu pesawat udara untuk mencoba lepas landas karena batas struktural atau lainnya. MTOW biasanya ditentukan dalam satuan kilogram (kg) atau pound (lb).

5) *Equivalent Annual Departure*

Setelah menentukan pesawat kritis yang beroperasi di bandar udara maka langkah selanjutnya adalah mengkonversi semua roda pendaratan ke dalam roda pendaratan pesawat rencana atau pesawat kritis, hal ini bertujuan untuk menggabungkan semua keberangkatan tahunan pesawat yang beroperasi yang sudah dikalikan dengan faktor konversi roda pendaratan ke dalam keberangkatan pesawat rencana/kritis.

Menurut FAA AC 150/5320-6D *Airport Pavement Design and Evaluation*, untuk mencari *Equivalent Annual Departure* R_1 , digunakan persamaan:

$$\begin{aligned} \log R_1 &= \log R_2 \times \left(\frac{W_2}{W_1}\right)^{0,5} \\ R_1 &= 10^{\log R_2 \times \left(\frac{W_2}{W_1}\right)^{0,5}} \end{aligned}$$

Keterangan:

R_1 : Keberangkatan tahunan *equivalent* pesawat udara rencana

R_2 : Keberangkatan tahunan pesawat udara

W_1 : Beban roda pesawat udara rencana

W_2 : Beban roda masing-masing pesawat udara

a) Faktor Konversi Roda Pendaratan

Faktor konversi roda pendaratan digunakan untuk perhitungan pavement, daftar konversi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel II. 3 Daftar Konversi Roda Pendaratan Pesawat

Konversi dari	Ke	Faktor pengali keberangkatan
Singel Wheel	Dual Wheel	0,8
Single Wheel	Dual Tandem	0,5
Dual Wheel	Dual Tandem	0,6
Double Dual Tandem	Dual Tandem	1
Dual Tandem	Single Wheel	2
Dual Tandem	Dual Tandem	1,7
Dual Wheel	Single Wheel	1,3
Double Dual Tandem	Dual Wheel	1,7

(Sumber : FAA AC 150/5320-6D *Airport Pavement and Evaluation*)

b) Formula W2 dan R2

Berikut akan dijelaskan perhitungan mencari W2 dan R2, dimana W2 sendiri adalah beban roda pesawat udara yang ditanyakan dan R2 adalah keberangkatan tahunan pesawat udara dinyatakan dalam roda pendaratan pesawat udara rencana.

$$W1 = MTOW \times 0,95 \times \frac{1}{\text{Jumlah roda pendaratan utama}}$$

$$R2 = \text{Annual Departure} \times F. \text{Konfersi Roda}$$

5. *Pavement Classification Number*

Pavement Classification Number adalah nilai numerik yang menjelaskan daya dukung dari perkerasan untuk menahan operasi penerbangan tak terbatas dengan nilai ACN kurang dari atau sama dengan PCN. Nilai PCN perkerasan bandar udara wajib diperbaharui dan dilakukan penyesuaian sesuai dengan perubahan dari prasarana bandar udara dan juga tingkat lalu lintas pesawat udara. Jika nilai PCN perkerasan bandar udara lebih kecil daripada nilai ACN pesawat udara terbesar, maka pengoperasian pesawat udara tidak dapat diberikan ijin beroperasi kecuali dengan mengurangi beban operasi dan mengacu pada ketentuan *Restricted take-off Weight* atau kondisi *overload*. Komponen PCN terdiri dari lima unsur yaitu nilai numerik kekuatan

perkerasan, jenis perkerasan, kategori kekuatan *subgrade* dan kategori tekanan roda. Untuk penulisan PCN terdapat ketentuan daripada penulisan nilai PCN adalah yaitu :

- Nilai numerik kekuatan perkerasan dari angka 1 sampai tak hingga.
- Jenis perkerasan terdiri dari perkerasan kaku dengan simbol huruf R dan perkerasan lentur dengan simbol huruf F.
- Kategori *subgrade* dibagi menjadi empat kategori baik untuk perkerasan kaku maupun perkerasan lentur yaitu kategori A,B,C dan D.
- Tekanan ijin roda terdiri dari empat kategori yaitu W, X, Y dan Z.
- Metode evaluasi terdiri dari pengujian langsung dengan analog ditunjukkan dengan huruf U dan perhitungan analitis ditunjukkan dengan huruf T.

Tabel II. 4 Kategori Daya Dukung Subgrade Konstruksi Perkerasan Kaku

No	Kategori Subgrade	Nilai K Permukaan Subgrade Pci (MN/m ³)	Interval Nilai K Permukaan Subgrade Pci (MN/m ³)	Kode
1	<i>High</i>	555.6 (150)	$K > 442$ (> 120)	A
2	<i>Medium</i>	294.7 (80)	$221 < K < 442$ ($60 < K < 120$)	B
3	<i>Low</i>	147.4 (40)	$92 < K < 221$ ($25 < K < 60$)	C
4	<i>Ultra Low</i>	73.7 (20)	$K < 92$ (< 25)	D

Kategori diatas berdasarkan ketentuan KP 93 Tahun 2015.

Tabel II. 5 Kategori Daya Dukung Subgrade Konstruksi Perkerasan Lentur

No	Kategori Subgrade	Nilai CBR Subgrade %	Interval Nilai CBR Subgrade %	Kode
1	<i>High</i>	15	$CBR \geq 13$	A
2	<i>Medium</i>	10	$8 < CBR < 13$	B
3	<i>Low</i>	6	$4 < CBR \leq 8$	C
4	<i>Ultra Low</i>	3	$CBR \leq 4$	D

Tabel II.5 dan II.6 menentukan kode pengklasifikasian PCN berdasarkan ketentuan KP 93 Tahun 2015.

Tabel II. 6 Kategori Tekanan Ijin Roda Pesawat

No	Kategori	Tekanan Ijin (Mpa/Psi)	Kode
1	<i>High</i>	Tidak terbatas	W
2	<i>Medium</i>	1.5/218	X
3	<i>Low</i>	1.0/145	Y
4	<i>Ultra Low</i>	0.5/73	Z

6. Sambungan Konstruksi Beton

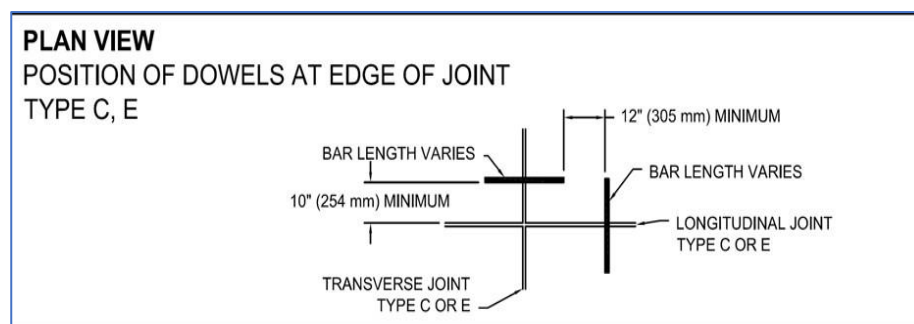
a. Peletakan *Dowell*

Dengan menggunakan tabel berikut sebagai panduan, pilihlah desain dowel untuk pelat beton yang sesuai dengan *FAA AC-150/5320/6E*, pengembangan dan evaluasi *paving* bandara:

Tabel II. 7 Peletakan Dowell

Tebal Slab	Diameter	Panjang	Jarak
6-7 in (152-178 mm)	$\frac{3}{4}$ in (20 mm)	18 in (460 mm)	12 in (305 mm)
7,5-12 in (191-305 mm)	1 in (25 mm)	19 in (480 mm)	12 in (305 mm)
12,5-16 in (318-406 mm)	$1\frac{1}{4}$ in (30 mm)	20 in (510 mm)	15 in (380 mm)
16,5-20 in (419-508 mm)	$1\frac{1}{2}$ in (40 mm)	20 in (510 mm)	18 in (460 mm)
20,5-24 in (521-610 mm)	2 in (50 mm)	24 in (610 mm)	18 in (460 mm)

(sumber: *Desain dan Evaluasi Perkerasan Bandar Udara FAA AC 150/5320-6E*)



Gambar II. 5 Peletakan Dowell

b. Sambungan Pelat Beton

Desain dan analisis permukaan Bandara (*AC 150/5320-6E*) menetapkan jenis sambungan perkerasan *rigid* berikut ini:

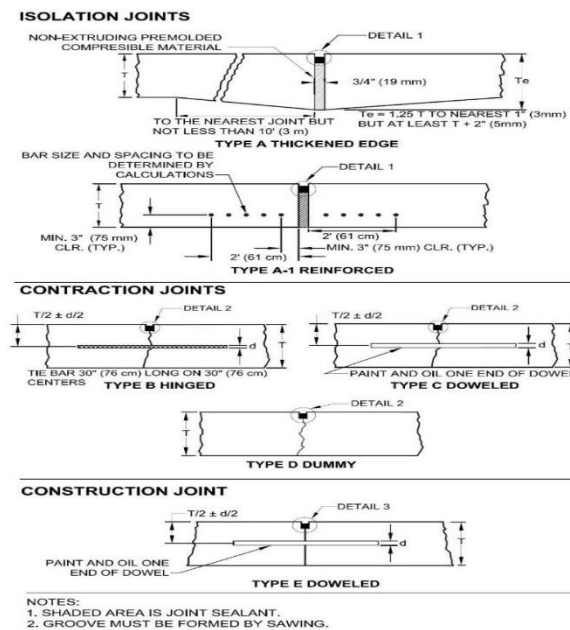
1) Koneksi Ekspansi

Konstruksi perkerasan berpotongan dan dipisahkan oleh sambungan ekspansi. Sambungan ekspansi tipe A dan tipe B mempunyai ciri-ciri diantaranya, Saat menanggapi transmisi berat antar pelat beton, tipe A diperlukan. Batang pasak memindahkan beban, dan ruang di antaranya diisi dengan zat kompresibel yang tidak memuai. Bahannya tebal 19 mm. kemudian ketika tidak ada kebutuhan untuk mentransfer beban melalui *link*, Tipe B digunakan. Tanpa menggunakan batang dowel, sambungan ini dibuat dengan cara menebalkan pelat beton di sepanjang sisi sambungan.

2) Sambungan susut

Jika kadar air dan suhu pelat beton turun, pelat tersebut dapat menyusut sehingga dapat menyebabkan keretakan. Untuk mengatasi patah tulang ini, digunakan sendi penyusutan.

c. Sambungan Konstruksi



Gambar II. 6 Jenis Sambungan pada Perkerasan Kaku

Untuk menyambung dua pelat yang sedang tidak dikembangkan, digunakan sambungan konstruksi.

7. California Bearing Ratio (CBR) Tanah

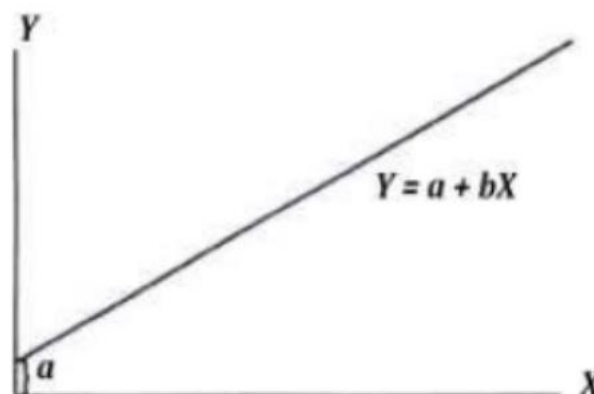
CBR merupakan teknik empiris untuk menentukan kepadatan tanah. Uji CBR digunakan untuk mengetahui nilai CBR. Di laboratorium AS di pusat penelitian produk institut jalan raya *California* pada tahun 1930-an tes CBR ini pertama kali dilakukan. Menurut (Simanjuntak et al., 2017) CBR merupakan persentase yang membandingkan beban uji dengan beban standar. Pendekatan empiris yang umum untuk perencanaan perkerasan jalan mencakup metode CBR yang sudah terkenal. Untuk menentukan stabilitas tanah *Subgrade* jalan, Badan Administrasi Transportasi Negara bagian *California* merancang teknik ini.

8. Metode peramalan (*Forecasting*)

Metode peramalan adalah salah satu metode yang dapat membantu memperkirakan sesuatu hal di masa yang akan datang. Secara umum peramalan merupakan suatu proses memprediksi secara sistematis mengenai kemungkinan apa yang terjadi dimasa yang akan datang dengan berdasarkan informasi yang telah didapatkan di masa lalu atau pun sekarang bertujuan agar menurunkan kesalahan yang akan di alami (Ardiansah et al., 2021).

Analisis Regresi Linear Sederhana

Regresi liner sederhana adalah metode statistic yang hamper sama dengan metode linear. Hanya saja terdapat dua variable didalamnya. Yaitu variable penyebab (x) dan variable akibat (y).



Gambar II. 7 Ilustrasi Garis Regresi Linear

Persamaan regresi linier sederhana secara matematik ialah :

$$Y = a + bX$$

Keterangan :

Y = garis regresi

a = konstanta, perpotongan dengan sumbu vertikal

b = konstanta regresi

X = variabel bebas

Besarnya konstanta a dan b dapat ditentukan menggunakan persamaan :

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

Yang mana n merupakan jumlah data (Ir. Erzed Nixon MT, 2019).

B. Penelitian yang Relevan

Dengan tujuan membandingkan hasil penelitian masa lalu dengan penemuan saat ini, penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian terdahulu. Untuk memperkuat ide yang mereka gunakan dalam melakukan penelitian, penulis mengacu pada penelitian sebelumnya ketika melakukan penelitian.

Tabel II. 1 Studi Penelitian Sebelumnya yang Relevan

NO	Nama Peneliti/Tahun	Judul	Persamaan	Perbedaan
1	(Huzeirien & Dahlan, 2018b)	Analisa Perencanaan Perkerasan <i>Rigid</i> Bandara Sultan Thaha Syaifudin Jambi untuk <i>Apron</i> Bandara	Perencanaan ketebalan perkerasan tercakup.	Tidak membahas perhitungan dengan cara aplikasi

- | | | | | | |
|---|------------------------------|----|--|---|--|
| 2 | (Seno Ahyudanari, 2015) | & | Pendekatan perbandingan ACN-PCN digunakan untuk mengevaluasi kekuatan perkerasan sisi udara (<i>runway</i> , <i>taxiway</i> , dan <i>apron</i>) di Bandara Juanda. | Membahas tentang penentuan nilai ACN, perbandingan ACN pesawat dengan PCN yang ada | Membahas perhitungan <i>tegangan kontak</i> |
| 3 | (Martua Sihombing al., 2022) | et | Penilaian Ketebalan Perkerasan Landasan Pacu Bandara Regional Oecusse yang terletak di Timor-Leste | Menggunakan <i>FAARFIELD</i> pendekatan perangkat lunak untuk menganalisis ketebalan perkerasan | Memeriksa landasan pacu dengan perkerasan fleksibel |
| 4 | (Anis, 2016b) | | Analisis Perbandingan metode empiris dan metode mekanistik dalam perancangan landasan bandar udara | Menggunakan metode empiris | Membandingkan dua jenis metode yaitu metode empiris dan metode mekanistik. |