

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Penunjang

1. Bandar Udara

Bandar udara merupakan salah satu prasarana transportasi udara yang memiliki fungsi strategis dalam mendukung aktivitas perpindahan manusia maupun barang. Keberadaan bandar udara tidak hanya berperan sebagai tempat berlangsungnya kegiatan penerbangan, seperti pesawat melakukan proses lepas landas dan pendaratan, tetapi juga menjadi pusat pelayanan yang menghubungkan berbagai aktivitas transportasi. Dalam operasionalnya, bandar udara didukung oleh berbagai fasilitas yang menunjang aspek keselamatan, keamanan, pelayanan penumpang, serta kelancaran kegiatan penerbangan.

Mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia 2021, Bandar Udara merupakan suatu kawasan yang telah ditentukan batasnya, baik berupa wilayah daratan maupun perairan, yang diperuntukkan sebagai tempat berlangsungnya kegiatan penerbangan. Aktivitas yang dilakukan di dalam kawasan bandar udara mencakup berbagai kegiatan operasional, seperti proses pesawat udara melakukan pendaratan dan lepas landas, pelayanan pergerakan penumpang, kegiatan pengangkutan barang, hingga mendukung keterhubungan antar moda transportasi. Dalam menunjang seluruh kegiatan tersebut, Bandar Udara didukung oleh berbagai fasilitas yang berfungsi untuk menjamin keselamatan dan keamanan penerbangan serta fasilitas utama dan fasilitas penunjang lainnya guna mendukung kelancaran operasional Bandar Udara

Kualitas fasilitas dan pelayanan bandar udara menjadi faktor penting dalam mendukung kelancaran operasional penerbangan serta meningkatkan kepuasan pengguna jasa transportasi udara. Ketersediaan fasilitas yang memadai, didukung oleh pelayanan yang sesuai dengan kebutuhan pengguna, berkontribusi terhadap terciptanya kenyamanan, keamanan, dan

keselamatan dalam penerbangan (Sjuaib et al., 2021). Tidak hanya itu, kondisi fasilitas menjadi objek penting untuk menaikkan tingkat keselamatan serta keamanan para penumpang (Nova Dona & Kurniadi, 2024). Dengan demikian, pengembangan kualitas pelayanan dan ketersediaan fasilitas bandar udara menjadi hal yang perlu mendapat perhatian, mengingat keduanya berperan penting dalam menunjang kelancaran serta efektivitas kegiatan operasional penerbangan.

2. Standar Keselamatan Penerbangan

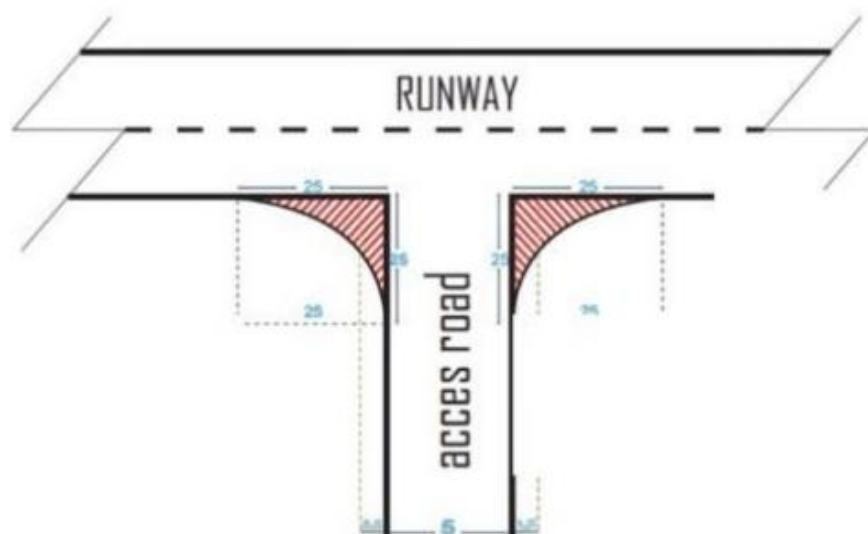
Keselamatan penerbangan dapat diartikan sebagai keadaan terpenuhinya seluruh aspek dan persyaratan operasional yang diperlukan dalam sistem transportasi udara untuk mendukung kegiatan penerbangan yang aman, termasuk pesawat terbang, bandara, navigasi udara, sumber daya manusia, dan prosedur operasional, sesuai dengan peraturan nasional dan internasional. Penerapan standar keselamatan bertujuan untuk meminimalkan risiko kecelakaan dengan menyediakan fasilitas yang andal, sistem manajemen keselamatan, dan memenuhi persyaratan teknis sesuai dengan peraturan yang berlaku (Jupran Hadi et al., 2024). Dalam operasi bandara, keselamatan adalah prioritas utama karena secara langsung berkaitan dengan kelancaran dan keselamatan operasi penerbangan. Penerapan keselamatan penerbangan di bandara dilakukan melalui kepatuhan terhadap standar fasilitas sisi udara, waktu respons darurat, dan kesiapan personel dan peralatan operasional (Riyanto, 2024).

Keselamatan dalam kegiatan penerbangan tidak hanya ditentukan oleh faktor pesawat udara, personel, dan prosedur operasional yang diterapkan, namun juga dipengaruhi oleh kesiapan fasilitas pendukung yang tersedia di bandar udara. Salah satu fasilitas yang berkontribusi dalam mendukung penanganan keadaan darurat adalah *access road* PKP-PK yang digunakan sebagai jalur pergerakan kendaraan menuju lokasi kejadian. Semakin baik kondisi *access road*, maka semakin lancar pergerakan kendaraan PKP-PK dalam memenuhi waktu tanggap yang dipersyaratkan. Dengan demikian,

kesesuaian desain dan kondisi *access road* menjadi bagian penting dalam mendukung keselamatan serta keandalan operasional bandar udara.

3. *Access Road* PKP-PK

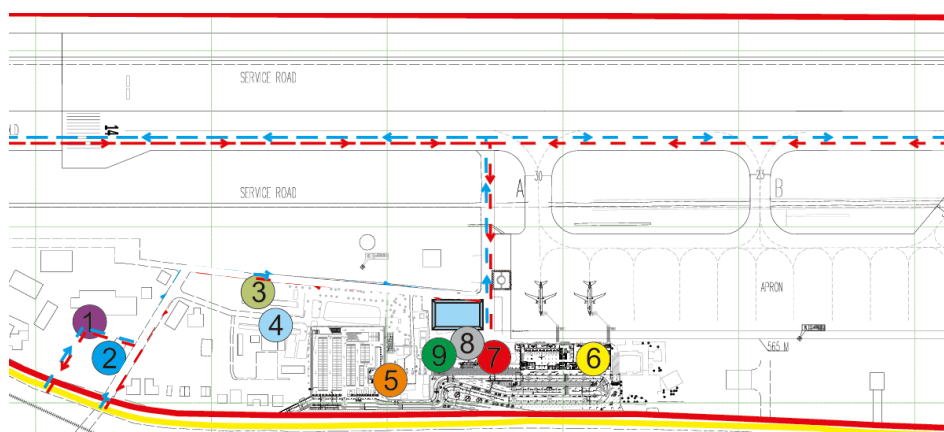
Access road PKP-PK merupakan jalur khusus yang digunakan sebagai penghubung antara bangunan *fire station* dengan area pergerakan pesawat seperti *runway*. Jalur ini berfungsi sebagai akses utama bagi kendaraan PKP-PK dalam melakukan mobilisasi ketika terjadi kondisi darurat di bandar udara. Meskipun tidak termasuk dalam fasilitas sisi udara utama seperti *runway*, *taxiway*, dan *apron*, keberadaan *access road* memiliki peranan penting dalam mendukung efektivitas dan keselamatan operasional penerbangan, khususnya dalam mendukung kecepatan respons kendaraan PKP-PK saat menghadapi keadaan darurat (Dayat & Hilal, 2023). Mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 30 Tahun 2022, *access road* PKP-PK harus memiliki lebar perkerasan minimal 5 meter serta memenuhi ketentuan radius putar minimal 25 meter pada setiap titik pertemuan jalur akses dengan *Fire Station*, *runway*, maupun *taxiway*. Selain itu, perencanaan konstruksi *access road* perlu mempertimbangkan karakteristik kendaraan PKP-PK, terutama terkait dimensi dan beban kendaraan yang digunakan. Jalan akses ini juga dilengkapi dengan bahu jalan selebar 1,5 meter di masing masing bahu jalan yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar II. 1 *Access Road* sesuai PR 30 Tahun 2022
(Sumber: PR 30 Tahun 2022)

Access road PKP-PK menjadi salah satu fasilitas pendukung yang berperan dalam menunjang respons darurat di Bandar Udara karena digunakan sebagai jalur utama pergerakan kendaraan PKP-PK menuju area operasi penerbangan. Kelancaran pergerakan kendaraan pada jalur tersebut dipengaruhi oleh kesesuaian elemen geometrik dan kekuatan konstruksi jalan terhadap karakteristik kendaraan yang digunakan. Oleh karena itu, pemenuhan standar teknis *access road* sesuai ketentuan yang berlaku diperlukan agar kendaraan PKP-PK dapat bergerak secara aman, cepat, dan mendukung keandalan pelayanan keadaan darurat di Bandar Udara.

Gambar II.2 menampilkan layout Bandar Udara Radin Inten II Lampung sebagai gambaran umum lokasi penelitian. Dari layout tersebut dapat dilihat posisi *runway*, *taxiway*, dan *apron*, serta letak gedung PKP-PK. Perhatian utama pada gambar ini terletak pada jalur *access road* yang berada di depan gedung PKP-PK dan mengarah langsung menuju runway. Jalur ini merupakan lintasan utama kendaraan PKP-PK saat merespons kondisi darurat, sehingga keberadaannya menjadi bagian penting dalam mendukung kelancaran pergerakan kendaraan operasional di sisi udara. Dengan adanya visualisasi ini, posisi dan fungsi *access road* dalam sistem fasilitas bandara dapat dipahami dengan lebih jelas.



Gambar II. 2 Layout Bandara Radin Inten II Lampung
(Sumber: Bandara Radin Inten II Lampung)

4. Spesifikasi Kendaraan PKP-PK

Fasilitas PKP-PK merupakan seluruh sarana yang disediakan untuk mendukung pelaksanaan pelayanan penyelamatan dan penanggulangan keadaan darurat di Bandar Udara. Fasilitas tersebut meliputi kendaraan PKP-PK, peralatan operasional, bahan pendukung, serta personel yang memiliki kompetensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Keberadaan kendaraan PKP-PK menjadi salah satu komponen utama dalam menunjang kecepatan respon dan efektivitas penanganan keadaan darurat di Bandar Udara. Oleh karena itu, diperlukan identifikasi terhadap spesifikasi kendaraan PKP-PK yang beroperasi sebagai dasar dalam menganalisis kebutuhan geometrik jalan akses maupun struktur perkerasan yang akan direncanakan. Adapun spesifikasi kendaraan PKP-PK yang digunakan di Bandar Udara sesuai dengan PR 30 Tahun 2022 disajikan pada Tabel II.1.

Tabel II. 1 Spesifikasi Kendaraan PKP-PK

Spesifikasi	<i>Foam Tender Tipe I</i>	<i>Foam Tender Tipe II</i>	<i>Foam Tender Tipe III</i>	<i>Foam Tender Tipe IV</i>	<i>Foam Tender Tipe V</i>	<i>Foam Tender Tipe VI</i>	<i>RIV</i>
Kapasitas Tangki Air (Liter)	Min. 12.500	Min. 9.000	Min. 6.000	Min. 4.000	Min. 2.500	Min. 1.200	-
Kapasitas Tangki Foam	Min. 12% dari kapasitas tangki air						
Kapasitas Pompa (Liter/menit)	Min. 6.000	Min. 5.000	Min. 4.000	Min. 3.000	Min. 2.500	Min. 1.500	-
Akselerasi 0-80 kph (detik)	Max.40		Max. 35	Max. 25			Max. 25
Jarak pengereman	Maks. 12 m pada 32 kph Maks. 50 m pada 65 kph						
Catatan : 1 bar = 14,7 <i>psi</i> Kph = <i>Kilometer per Hour</i>							

(Sumber: PR 30 Tahun 2022)

Jumlah kendaraan utama PKP-PK yang harus tersedia pada setiap Bandar Udara ditentukan berdasarkan kategori PKP-PK yang dimiliki. Penentuan jumlah minimum kendaraan tersebut bertujuan untuk memastikan kesiapan

operasional dalam memberikan pelayanan pertolongan kecelakaan penerbangan dan pemadam kebakaran secara cepat, efektif, dan sesuai dengan tingkat resiko operasional Bandar Udara. Semakin tinggi kategori PKP-PK suatu Bandar Udara, semakin besar pula kebutuhan kendaraan utama yang harus disediakan untuk memenuhi standar pelayanan dan keselamatan penerbangan. Rekomendasi jumlah minimum kendaraan utama PKP-PK berdasarkan kategori Bandar Udara dapat dilihat pada Tabel II.2.

Tabel II. 2 Jumlah Minimal Kendaraan PKP-PK

Kategori PKP-PK	KENDARAAN UTAMA							Kendaraan Cadangan PKP-PK	Total
	FT-I	FT-II	FT-III	FT-IV	FT-V	FT-VI	RIV		
1	-	-	-	-	-	-	1	-	1
2	-	-	-	-	-	-	1	-	1
3	-	-	-	-	-	1	-	-	1
4	-	-	-	-	1	-	-	-	1
5	-	-	1	-	-	-	-	-	1
6	-	-	1	1	-	-	-	1 (FT-IV)	3
7	1	-	1	-	-	-	-	1 (FT-III)	3
8	1	-	2	-	-	-	-	1 (FT-III)	4
9	1	1	1	-	-	-	-	1 (FT-II)	4
10	2	1	-	-	-	-	-	1 (FT-II)	4

Sumber: PR 30 Tahun 2022

Adapun kendaraan yang di gunakan di Bandar Udara Radin Inten II Lampung yaitu mobil Foam Tender Tipe 1



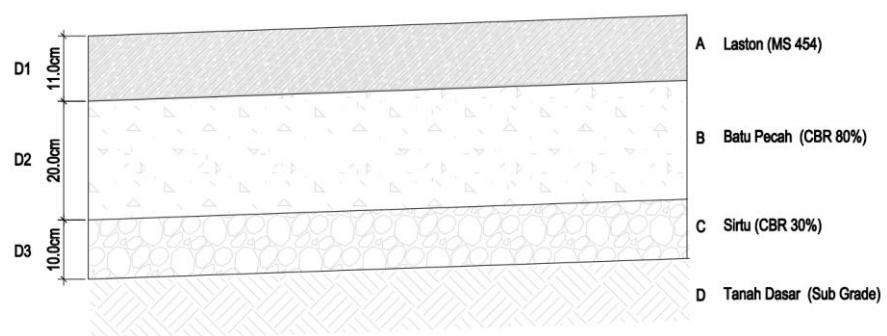
Gambar II. 3 Kendaraan PKP-PK

5. Konstruksi Perkerasan

Konstruksi perkerasan jalan merupakan bagian utama dalam pembangunan prasarana transportasi darat yang berfungsi menghasilkan permukaan jalan yang stabil, halus, dan mampu menjamin keselamatan serta kenyamanan pergerakan lalu lintas (Felayutan Nala, 2024). Struktur perkerasan dirancang untuk menerima beban kendaraan, kemudian menyebarkannya secara bertahap ke lapisan di bawahnya hingga ke tanah dasar sehingga tidak terjadi kerusakan dini pada permukaan jalan. Menurut (Azzahra Dara, 2025) keberadaan perkerasan juga berperan dalam meningkatkan tingkat pelayanan jalan serta memberikan rasa aman bagi pengguna selama masa operasionalnya.

a. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Struktur perkerasan lentur merupakan perkerasan yang pada lapisan permukaannya menggunakan aspal sebagai komponen utama yang berfungsi sebagai bahan pengikat (Bukit, 2024). Sistem ini bekerja dengan cara menyebarkan beban lalu lintas secara bertahap melalui lapisan paling atas ke lapisan di bawahnya hingga ke tanah dasar. Setiap lapisan memiliki peranan dalam menahan dan mendistribusikan beban sehingga deformasi yang terjadi masih berada dalam batas elastis (One et al., 2025).



Gambar II. 4 Potongan Perkerasan *Flexible*
(Sumber: Bandara Radin Inten II Lampung)

Lapisan pada perkerasan lentur umumnya terdiri atas:

- Lapis permukaan (*surface course*) merupakan lapisan paling atas pada perkerasan yang berfungsi sebagai area kontak

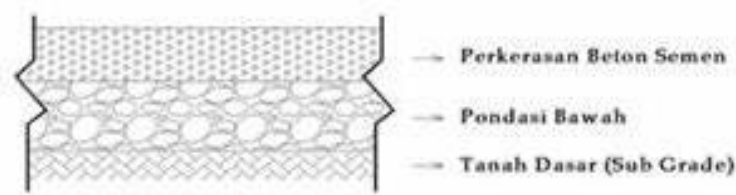
langsung dengan kendaraan serta memberikan perlindungan terhadap air,

- Lapis pondasi atas (*base course*) adalah bagian perkerasan yang berada di bawah lapisan permukaan dan berfungsi untuk menerima serta menyebarkan beban kendaraan menuju lapisan di bawahnya,
- Lapis pondasi bawah (*subbase course*) sebagai lapisan pendukung yang membantu meningkatkan kestabilan struktur serta menjadi perantara antara lapisan pondasi atas dengan tanah dasar,
- Tanah dasar (*subgrade*) merupakan lapisan tanah asli atau tanah yang telah dipersiapkan sebagai dasar penempatan seluruh susunan lapisan perkerasan.

Perkerasan lentur memiliki beberapa keunggulan, antara lain lebih fleksibel terhadap penurunan tanah dasar, proses pelaksanaan relatif lebih cepat, serta pemeliharaan yang lebih mudah (Andi Ibrahim et al., 2025). Oleh karena itu, jenis perkerasan ini banyak digunakan pada jalan operasional dan jalan dengan beban lalu lintas sedang hingga berat.

b. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku merupakan struktur perkerasan yang menggunakan beton semen sebagai lapisan utama yang memiliki modulus elastisitas tinggi (Simanullang, 2021). Pada perkerasan kaku, distribusi beban lalu lintas tidak sepenuhnya diterima oleh lapisan permukaan, melainkan sebagian besar ditahan oleh pelat beton dan selanjutnya diteruskan ke lapisan tanah dasar melalui lapis pondasi bawah (Kemala Dewi & Ariel Kriswandatu, 2026). Mekanisme ini menyebabkan distribusi tegangan berlangsung lebih merata pada area yang lebih luas sehingga deformasi yang terjadi relatif kecil dan struktur perkerasan menjadi lebih stabil dalam melayani beban berat secara berulang.



Gambar II. 5 Potongan Perkerasan *Rigid*
(Sumber: PUPR,1987)

Struktur perkerasan kaku umumnya terdiri atas:

- Pelat beton semen (*concrete slab*) sebagai lapisan utama pemikul beban,
- Lapis pondasi bawah (*subbase course*) yang berfungsi sebagai lapisan pendukung dan pencegah pumping,
- Tanah dasar (*subgrade*) sebagai lapisan dasar.

Dengan karakteristik tersebut, perkerasan kaku memiliki umur rencana yang lebih panjang serta kebutuhan pemeliharaan yang lebih rendah, meskipun memerlukan biaya konstruksi awal yang lebih besar dan waktu pelaksanaan yang lebih lama dibandingkan perkerasan lentur.

Struktur perkerasan berperan dalam mendukung kelancaran dan keamanan pergerakan kendaraan melalui kemampuannya menerima serta menyebarkan beban lalu lintas. Pada *access road* PKP-PK, kondisi perkerasan yang sesuai menjadi faktor penting untuk menjaga keandalan operasional kendaraan saat merespon keadaan darurat.

6. Metode Analisis Komponen

Penentuan tebal struktur perkerasan jalan dapat dilakukan menggunakan Metode Analisis Komponen, yaitu metode yang mempertimbangkan peranan setiap lapisan perkerasan dalam mendukung dan menyebarkan beban kendaraan yang melintas (Afriyani, 2024). Metode Analisis Komponen dapat diterapkan pada berbagai jenis pekerjaan perkerasan, baik untuk perencanaan struktur perkerasan baru, peningkatan kemampuan jalan, maupun kegiatan rehabilitasi terhadap perkerasan yang telah ada (*existing*).

Selain itu, metode ini juga dapat digunakan pada pekerjaan pembangunan secara bertahap dengan menyesuaikan kondisi dan kebutuhan di lapangan. Pelaksanaan perhitungan ketebalan perkerasan pada metode ini berpedoman pada ketentuan SKBI-2.3.26.1987 mengenai Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisis Komponen. Dalam penerapannya, perencanaan struktur perkerasan perlu memperhatikan berbagai faktor perencanaan yang dapat memengaruhi kemampuan struktur dalam menerima beban serta menentukan masa pelayanan perkerasan (N. Pratama et al., 2025). Adapun beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan antara lain sebagai berikut:

a. Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana ditentukan berdasarkan karakteristik dimensi kendaraan serta kebutuhan ruang gerak saat melakukan manuver. Penentuan jenis kendaraan ini menjadi dasar dalam proses perencanaan geometrik agar fasilitas yang dirancang dapat melayani pergerakan kendaraan secara aman dan sesuai kebutuhan operasional. Adapun kendaraan yang digunakan sebagai acuan perencanaan meliputi:

- 1) Kendaraan kecil seperti mobil *pick-up*
- 2) Kendaraan besar seperti truk semi-militer

b. Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah lajur perencanaan ditetapkan dengan mempertimbangkan sistem lalu lintas kendaraan yang akan dilayani serta ukuran kendaraan terbesar yang menggunakan jalur tersebut. Perencanaan jumlah lajur bertujuan untuk memastikan kendaraan dapat melakukan pergerakan secara optimal dengan tetap menyediakan ruang yang cukup untuk proses manuver dan operasional kendaraan. Apabila suatu jalur belum memiliki ketentuan marka atau batas lajur yang menunjukkan pembagian jalur secara jelas, maka penentuan jumlah lajur dapat mengacu pada standar atau ketentuan teknis yang berlaku sebagai dasar perencanaan tercantum pada tabel berikut:

Tabel II. 3 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (n)
$L < 5,50 \text{ m}$	1 lajur
$5,50 \text{ m} \leq L < 8,25 \text{ m}$	2 lajur
$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3 lajur
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4 lajur
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5 lajur

(Sumber: PUPR, 1987)

Penetapan nilai koefisien distribusi kendaraan (C) pada jalur rencana, baik untuk lalu lintas kendaraan ringan maupun kendaraan berat, dilakukan dengan mengacu pada tabel dibawah:

Tabel II. 4 Koefisien distribusi kendaraan

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan*)		Kendaraan Berat**)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,000
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,500
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,450
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,400
*) berat total < 5 ton, seperti <i>pickup</i> , mobil penumpang.				
**) berat total > 5 ton, seperti bus, truk, traktor, semi trailer				

(Sumber: PUPR, 1987)

c. Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Lalu lintas harian rata-rata (LHR) adalah parameter yang menunjukkan besarnya jumlah kendaraan yang melintasi suatu ruas jalan atau jalur berdasarkan periode waktu tertentu. Data LHR digunakan sebagai salah satu parameter dalam memperkirakan besarnya volume lalu lintas yang akan dilayani oleh suatu perencanaan jalan. Nilai LHR dapat mengalami perubahan akibat adanya perkembangan aktivitas maupun peningkatan jumlah pergerakan kendaraan sejak jalur tersebut mulai dioperasikan. Perhitungan LHR dapat dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$LHR_{(\text{permulaan/akhir umur rencana})} = \Sigma LHR_{j(\text{data})\chi(1+i)^n} \quad (1)$$

Keterangan:

LHR = Rata-rata jumlah kendaraan yang melintas setiap hari

j = Jenis kendaraan

n = Periode waktu rencana atau masa pembangunan

i = Faktor pertumbuhan lalu lintas

d. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Nilai angka ekuivalen (E) dalam penentuan tipe kendaraan dihitung berdasarkan klasifikasi beban sumbu yang dimiliki masing-masing kendaraan. Perhitungan tersebut mengacu pada ketentuan rumus yang tercantum pada tabel dibawah sebagai dasar penetapan nilai ekuivalensinya:

Tabel II. 5 Angka ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17627	0,9238	0,0794
8160	18000	1,000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

(Sumber: PUPR, 1987)

e. Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

Lintas ekuivalen permulaan (LEP) merupakan besarnya nilai lintasan ekuivalen kendaraan yang diperkirakan pada kondisi awal pengoperasian jalan. Perhitungan LEP digunakan sebagai dasar untuk mengetahui besaran beban lalu lintas awal yang bekerja pada struktur perkerasan. Rumus yang digunakan dalam menentukan nilai LEP adalah sebagai berikut:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad (2)$$

Catatan: j = jenis kendaraan

f. Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

Lintas ekuivalen akhir digunakan untuk memperkirakan jumlah lintasan kendaraan ekuivalen yang terjadi pada saat mencapai akhir umur rencana. Perhitungan LEA memperhitungkan faktor pertumbuhan lalu lintas selama jalan beroperasi sehingga dapat menggambarkan kondisi pembebanan pada masa akhir pelayanan. Persamaan yang digunakan untuk menentukan LEA adalah sebagai berikut:

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad (3)$$

Catatan: i = perkembangan lalu lintas,

j = jenis kendaraan

g. Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

Lintas ekuivalen tengah (LET) merupakan nilai rata-rata lintasan ekuivalen kendaraan yang diperoleh berdasarkan kondisi awal hingga kondisi akhir selama periode umur rencana. Nilai LET digunakan untuk merepresentasikan besarnya beban lalu lintas rata-rata yang diterima oleh struktur perkerasan sepanjang masa pelayanan jalan. Perhitungan LET dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$LET = \frac{1}{2} \times (LEP + LEA) \quad (4)$$

h. Lintas Ekvivalen Rencana (LER)

Lintas ekivalen rencana merupakan nilai yang digunakan sebagai dasar dalam proses perencanaan perkerasan jalan karena menggambarkan tingkat pembebanan kendaraan selama umur rencana. Nilai LER diperoleh dengan mengalikan nilai LET dengan faktor penyesuaian umur rencana. Rumus perhitungan LER yaitu:

$$\text{LER} = \text{LET} \times \text{FP} \quad (5)$$

Faktor penyesuaian (FP) ditentukan dengan rumus: $\text{FP} = \frac{UR}{10}$

1) Indeks Permukaan (IP)

Kondisi permukaan jalan berpengaruh langsung terhadap kualitas pelayanan lalu lintas yang melintas di atasnya, sehingga faktor kerataan, kenyamanan, dan daya dukung permukaan harus menjadi perhatian utama. Evaluasi terhadap indeks permukaan dilakukan melalui pengamatan visual terhadap keadaan jalan, termasuk identifikasi retak, terjadinya alur deformasi, maupun keberadaan lubang pada perkerasan (Pangestu, 2026). sebagaimana penjelasan berikut:

IP = 1,0 : menunjukkan kondisi perkerasan yang sudah mengalami kerusakan berat sehingga dapat menghambat aktivitas pergerakan kendaraan.

IP = 1,5 : menggambarkan kondisi pelayanan jalan yang berada pada tingkat terendah, namun masih memungkinkan untuk digunakan oleh kendaraan.

IP = 2,0 : menunjukkan kondisi pelayanan jalan yang masih kurang baik, tetapi struktur permukaan jalan masih dapat dikategorikan dalam kondisi cukup.

IP = 2,5 : menunjukkan bahwa kondisi permukaan perkerasan masih dalam keadaan baik dengan tingkat kestabilan yang cukup terjaga.

Indeks permukaan pada awal masa pelayanan jalan (IP_0) ditentukan berdasarkan karakteristik kondisi lapisan permukaan perkerasan, yang meliputi tingkat kerataan, tekstur permukaan, serta kemampuan

lapisan dalam menerima beban. Penentuan nilai IP_0 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel II. 6 Indeks permukaan pada awal umur rencana (IP_0)

Jenis Permukaan	IP_0	Kekasaran*) (mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,5	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	

(Sumber: PUPR, 1987)

Penetapan nilai indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana perlu mempertimbangkan klasifikasi fungsi jalan serta besarnya lintas ekivalen rencana (LER). Hubungan antara kedua parameter tersebut dapat mengacu pada ketentuan yang tercantum dalam tabel berikut:

Tabel II. 7 Indeks permukaan pada akhir umur rencana (IP)

LER = Lintas Ekivalen Rencana*)	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 - 1,5	1,5	1,5 - 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 - 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 - 2,0	2,0	2,0 - 2,5	-
> 1000	-	2,0 - 2,5	2,5	2,5

(Sumber: PUPR, 1987)

2) Faktor Regional (FR)

Penentuan faktor regional dipengaruhi oleh beberapa kondisi yang berkaitan dengan lingkungan dan karakteristik perkerasan, seperti kondisi lapangan, faktor iklim pada wilayah perencanaan, kemampuan daya dukung tanah dasar (DDT), serta karakteristik dari lapisan struktur perkerasan yang digunakan (Patiku et al., 2025). Nilai faktor regional berdasarkan parameter tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel II. 8 Faktor regional

	Kelandaian I (<6%) % kendaraan berat		Kelandaian II (6-10%) % kendaraan berat		Kelandaian III (>10%) % kendaraan berat	
	≤30%	>30%	≤30%	>30%	≤30%	>30%
Iklim I < 900 mm/th	0,5	1,0 - 1,5	1,0	1,5 - 2,0	1,5	2,0 - 2,5
Iklim II >900 mm/th	1,5	2,0 - 2,5	2,0	2,5 - 3,0	2,5	3,0 - 3,5

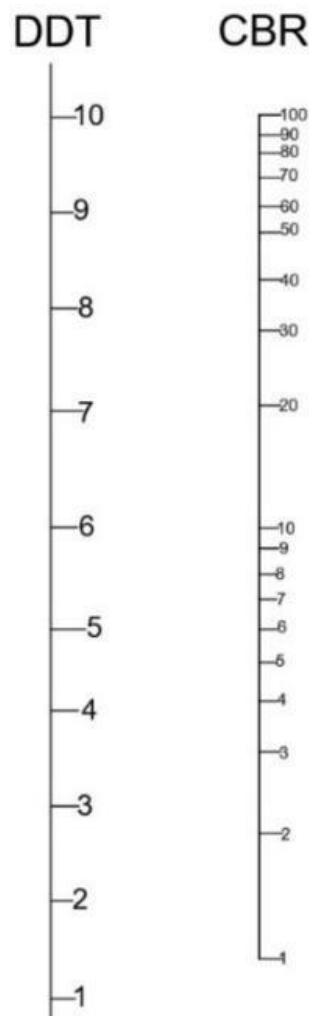
(Sumber: PUPR, 1987)

Catatan: Pada kondisi tertentu seperti area persimpangan, lokasi berhenti kendaraan, maupun bagian jalan dengan tikungan tajam (radius = 30 m), nilai faktor regional (FR) perlu ditambahkan sebesar 0,5. Sementara itu, untuk daerah dengan karakteristik tanah rawa, nilai FR diberikan penambahan sebesar 1,0.

3) Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)

Parameter Daya Dukung Tanah (DDT) berfungsi sebagai variabel kunci dalam penggunaan nomogram desain perkerasan, yang bertujuan menetapkan dimensi ketebalan lapisan jalan sesuai kapasitas dukung *subgrade* (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024).

Kekuatan tanah dasar ini menjadi fondasi utama dalam memikul beban puncak yang disalurkan melalui struktur di atasnya. Nilai DDT memiliki pengaruh terhadap kemampuan struktur perkerasan dalam mempertahankan kestabilannya, sehingga penentuan nilai tersebut perlu dilakukan berdasarkan hasil pengujian langsung terhadap karakteristik tanah di lokasi penelitian menggunakan metode California Bearing Ratio (CBR) (Triani, 2025). Dalam proses perencanaan perkerasan, hasil hubungan antara nilai CBR dan DDT selanjutnya dikonversikan menggunakan nomogram seperti yang ditampilkan pada gambar berikut:



Gambar II. 6 Korelasi DDT dan CBR
(Sumber: PUPR, 1987)

4) *California Bearing Ratio* (CBR) Tanah Dasar

Nilai CBR pada dasarnya adalah perbandingan persentase antara kekuatan penetrasi lapisan tanah di lapangan dengan material standar yang sudah ditentukan mutunya. Pengujian ini menggunakan parameter kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama agar hasilnya akurat. Dalam praktiknya, kita mengenal dua jenis CBR: versi lapangan yang sering dipakai kalau kita mau menambah tebal aspal (*overlay*), dan versi laboratorium yang jadi acuan wajib saat kita merancang jalan baru dari nol.

5) Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Indeks Tebal Perkerasan (ITP) merupakan nilai yang digunakan untuk menggambarkan kemampuan struktur perkerasan dalam menerima beban selama masa pelayanan jalan. Perhitungan ITP dilakukan dengan mempertimbangkan kontribusi dari setiap lapisan penyusun perkerasan berdasarkan nilai koefisien kekuatan relatif dan ketebalan masing-masing lapisan. Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai ITP adalah sebagai berikut:

$$\text{ITP} = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 \quad (6)$$

$a_1 a_2 a_3$ = Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan

$D_1 D_2 D_3$ = Tebal masing lapis perkerasan (cm)

Angka 1,2,3 = Masing lapis permukaan, pondasi atas dan pondasi bawah.

6) Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Perhitungan tebal tiap komponen perkerasan merujuk pada variabel kekuatan material yang berbeda-beda. Hal ini mencakup penggunaan nilai *Marshall Test* untuk mengontrol kualitas lapis permukaan aspal, indikator kekuatan pada lapis pondasi atas yang distabilisasi semen/kapur, hingga pemanfaatan data CBR guna mengukur kapasitas beban pada lapisan pondasi bawah. Tabel berikut menyajikan daftar nilai koefisien kekuatan relatif:

Tabel II. 9 Koefisien kekuatan relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,35	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0,31	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal Macadam
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
0,20	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,28	-	590	-	-	Laston Atas
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	
-	0,19	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stab Tanah dengan
-	0,13	-	-	18	-	Semen
-	0,15	-	-	22	-	Stab Tanah dengan
-	0,13	-	-	18	-	Kapur
-	0,14	-	-	-	100	Batu Pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu Pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu Pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung
						kepasiran

(Sumber: PUPR, 1987)

7) Batas Minimum Tebal Perkerasan

Ketebalan minimum perkerasan dapat ditentukan berdasarkan tabel berikut:

Tabel II. 10 Batas – batas minimum tebal perkerasan lapis permukaan

ITP Lapis Permukaan	Tebal Minimum (cm)	Bahan
Lapis Permukaan		
< 3,00	5	Lapis pelindung: Buras/Burtu/Burda)
3,00 – 6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston
≥ 10,00	10	Laston
Lapis Pondasi		
< 3,00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3,00 – 7,49	20*)	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
	10	Laston atas
7,50 – 9,99	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
	15	Laston atas
10 – 12,14	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston atas
≥ 12,25	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston atas
Lapis Pondasi Bawah		
Untuk setiap ITP bila menggunakan pondasi bawah, tebal minimum 10 cm		

(Sumber: PUPR, 1987)

B. Penelitian Terdahulu

No	Penulis, Tahun dan Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	(Rizky Aminah, 2025), Perencanaan	Penelitian ini memiliki kesamaan dalam	Penelitian berfokus pada perencanaan pembangunan

	<i>Access Road</i> Untuk Meningkatkan Keselamatan Penerbangan Di Bandar Udara Jenderal Ahmad Yani	penggunaan perkerasan jalan serta penerapan Metode Analisis Komponen untuk menentukan tebal perkerasan. Selain itu, perencanaan dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik lalu lintas dan nilai daya dukung tanah dasar (CBR) sebagai parameter utama dalam penentuan kebutuhan struktur perkerasan jalan.	<i>access road</i> PKP-PK pada bandar udara yang belum memiliki fasilitas jalan akses khusus menuju runway. Sementara itu, penelitian ini berfokus pada perencanaan ulang <i>access road</i> PKP-PK yang telah tersedia namun belum memenuhi ketentuan teknis yang dipersyaratkan dalam PR 30 Tahun 2022.
2	(Winiasri et al., 2025), Perencanaan Perkerasan Lentur <i>Access Road</i> PKP-PK Di Bandar Udara Internasional Yogyakarta	Persamaan penelitian terletak pada penggunaan perkerasan lentur dan Metode Analisis Komponen dalam menentukan kebutuhan tebal perkerasan jalan. Penelitian ini juga mempertimbangkan volume lalu lintas, pertumbuhan lalu lintas, dan daya dukung tanah dasar sebagai dasar dalam proses perencanaan struktur perkerasan	Penelitian berorientasi pada penyediaan infrastruktur <i>access road</i> PKP-PK pada bandar udara yang belum memiliki jalur akses khusus. Sementara penelitian ini menitikberatkan pada perencanaan ulang <i>access road</i> eksisting yang belum memenuhi standar teknis dan operasional, sehingga diperlukan penyesuaian terhadap aspek geometrik jalan dan struktur

			perkerasan sesuai regulasi yang berlaku.
3	(Oetomo & Pancoro, 2025), Perencanaan Akses Jalan Waduk Sukodono Kabupaten Gresik	Penelitian memiliki persamaan pada penggunaan Metode Analisis Komponen dalam menentukan kebutuhan tebal perkerasan lentur berdasarkan nilai CBR tanah dasar, beban lalu lintas, dan umur rencana jalan. Penelitian ini juga bertujuan menghasilkan struktur perkerasan yang mampu menahan beban sesuai fungsi jalan yang direncanakan.	Perbedaan terletak pada jalan umum yang berfungsi sebagai akses menuju Waduk Sukodono, sedangkan penelitian ini dilaksanakan pada kawasan bandar udara dengan objek berupa <i>access road</i> PKP-PK. Oleh karena itu, penelitian ini memperhatikan kebutuhan operasional kendaraan PKP-PK serta pemenuhan standar keselamatan dan keandalan operasional di bandar udara.
4	(Peri Pradana, 2023), Perencanaan Perkerasan Access Road Kendaraan Dppu Pertamina Dari Pos Menuju Apron Di Bandar Udara H. Hasan Aroeboesman Ende	Persamaan penelitian terletak pada objek kajian yang berada di lingkungan bandar udara serta penggunaan perkerasan lentur sebagai struktur perkerasan jalan akses. Penelitian ini juga mempertimbangkan kondisi lalu lintas operasional dan daya dukung tanah dasar dalam proses perencanaan perkerasan	Penelitian berfokus pada perencanaan <i>access road</i> kendaraan DPPU Pertamina menuju apron sebagai jalur alternatif pergerakan kendaraan pengisian bahan bakar yang sebelumnya masih menggunakan runway. Adapun penelitian ini berfokus pada perencanaan ulang <i>access road</i> PKP-PK untuk meningkatkan keselamatan dan

		guna mendukung kelancaran pergerakan kendaraan operasional bandar udara.	keandalan operasional kendaraan PKP-PK melalui perbaikan aspek geometrik jalan dan struktur perkerasan sesuai dengan ketentuan teknis yang berlaku pada bandar udara.
--	--	--	---