

# **PERBANDINGAN METODE PERENCANAAN PERKERASAN KAKU PADA APRON DENGAN METODE FAA, PCA DAN LCN DARI SEGI DAYA DUKUNG: STUDI KASUS BANDARA JUANDA**

**Redy Tribowo**

Jurusan Teknik Sipil  
Institut Teknologi Sepuluh  
Nopember  
Kampus ITS Sukolilo  
Surabaya, 60111  
Telp: (031) 5946094  
[redy.tribowo@gmail.com](mailto:redy.tribowo@gmail.com);

**Ervina Ahyudanari**

Jurusan Teknik Sipil  
Institut Teknologi Sepuluh  
Nopember  
Kampus ITS Sukolilo  
Surabaya, 60111  
Telp: (031) 5946094  
[ervinaa.ariatedja@gmail.com](mailto:ervinaa.ariatedja@gmail.com)

**Endah Wahyuni**

Jurusan Teknik Sipil  
Institut Teknologi Sepuluh  
Nopember  
Kampus ITS Sukolilo  
Surabaya, 60111  
Telp: (031) 5946094  
[endahwahyuni@gmail.com](mailto:endahwahyuni@gmail.com)

## **Abstract**

Apron pavement can be designed using FAA (Federal Aviation Administration) method, PCA (Portland Cement Association), and the LCN (Load Classification Number). For PCA, there are two basic approaches for planning and concept of Fatigue Safety Factor. These three methods of design, FAA, PCA, and LCN are using different variables, therefore the results of the difference methods need to be analyzed those capacities. Design results with these three methods are also evaluated to accommodate the movement of aircrafts after 12 tahun. Data forecasting of the aircraft movements, the existing conditions of Juanda airport apron specifications, and aircraft specifications obtained, are used to determine the thickness of the apron using three different methods. The thickness of apron obtained from three different methods were then evaluated and compared. Furthermore, forecasting is conducted by using the Arima method to determine the carrying capacity of the pavement. From the calculation results, the thickness of rigid pavement structure obtained is at 44 cm for FAA method, 33.5 cm for PCA and 32.5 for LCN method. The existing pavement thickness is 45 cm, exceeding the analysis results. Existing rigid pavement thickness of 45 cm was still able to receive the traffic load on air until 2026.

**Keywords:** apron, rigid pavement, comparison on design method, airport pavement

## **Abstrak**

Perkerasan apron bisa direncanakan dengan metode FAA (Federal Aviation Administration), PCA (Portland Cement Association), dan LCN (Load Classification Number). Untuk PCA ada dua pendekatan yaitu perencanaan dengan dasar Faktor Keamanan dan Konsep Kelelahan. Ketiga metode perencanaan ini, FAA, PCA, dan LCN menggunakan variabel yang berbeda, sehingga perlu dianalisis besarnya perbedaan hasil perencanaan. Hasil desain dengan ketiga metode tersebut juga dievaluasi untuk menampung pergerakan pesawat dengan jangka waktu peramalan 12 tahun. Data pergerakan pesawat, spesifikasi apron bandara Juanda kondisi eksisting, dan spesifikasi pesawat yang didapat, digunakan untuk menentukan ketebalan apron dengan ketiga metode. Tebal apron yang diperoleh kemudian dievaluasi dan dibandingkan antara ketiga metode tersebut. Selanjutnya dilakukan peramalan dengan menggunakan metode Arima untuk mengetahui daya dukung perkerasan. Dari hasil perhitungan didapatkan, tebal struktur perkerasan kaku sebesar 44 cm untuk metode FAA, 33,5 cm untuk metode PCA dan 32,5 untuk metode LCN. Tebal perkerasan eksisting adalah 45 cm, melebihi ketebalan hasil analisis. Tebal perkerasan kaku eksisting sebesar 45 cm masih mampu menerima beban lalu lintas pesawat hingga tahun 2026.

**Kata Kunci:** apron, perkerasan kaku, perbandingan metode desain, perkerasan bandara

## **PENDAHULUAN**

Peranan apron pada bandara sebagai tempat parkir pesawat sangatlah penting karena di tempat inilah aktifitas menaikkan dan menurunkan penumpang maupun barang terjadi. Selain itu, aktifitas pengisian bahan bakar juga dilakukan di apron, sehingga perencanaan apron suatu bandara perlu memperhatikan umur desain dan kapasitas. Perkerasan pada apron selalu menggunakan perkerasan kaku dengan beban pesawat sebagai beban statis. Perkerasan apron bisa direncanakan dengan metode FAA (Federal Aviation Administration), PCA (*Portland Cement Association*), dan LCN (Load Classification Number) (Basuki, 1986). Untuk PCA ada dua pendekatan yaitu perencanaan dengan dasar Faktor Keamanan dan Konsep Kelelahan (Packard, 1973). Ketiga metode perencanaan ini, FAA, PCA, dan LCN menggunakan variabel yang berbeda. Karena variabel yang digunakan berbeda, perlu dianalisis besarnya perbedaan hasil perencanaan dan hasil disain dengan metode mana yang dapat menampung pergerakan pesawat dengan jangka waktu peramalan lebih lama.

Tujuan studi ini adalah untuk mengetahui tebal perkerasan yang diperoleh dari masing-masing metode apabila menggunakan data pergerakan pesawat dan mengetahui jika terdapat perbedaan dengan tebal perkerasan apron pada kondisi riil, mengetahui perbedaan dari hasil perhitungan tebal perkerasan kaku dengan metode FAA, PCA, dan LCN, dan mengetahui apakah tebal perkerasan kaku eksisting sebesar 45 cm masih mampu menerima beban lalu lintas pesawat hingga tahun 2026.

Studi yang berupa analisis perbandingan metode perencanaan perkerasan apron ini diharapkan bisa menjadi salah satu acuan studi dalam menentukan metode perencanaan perkerasan kaku suatu bandara.

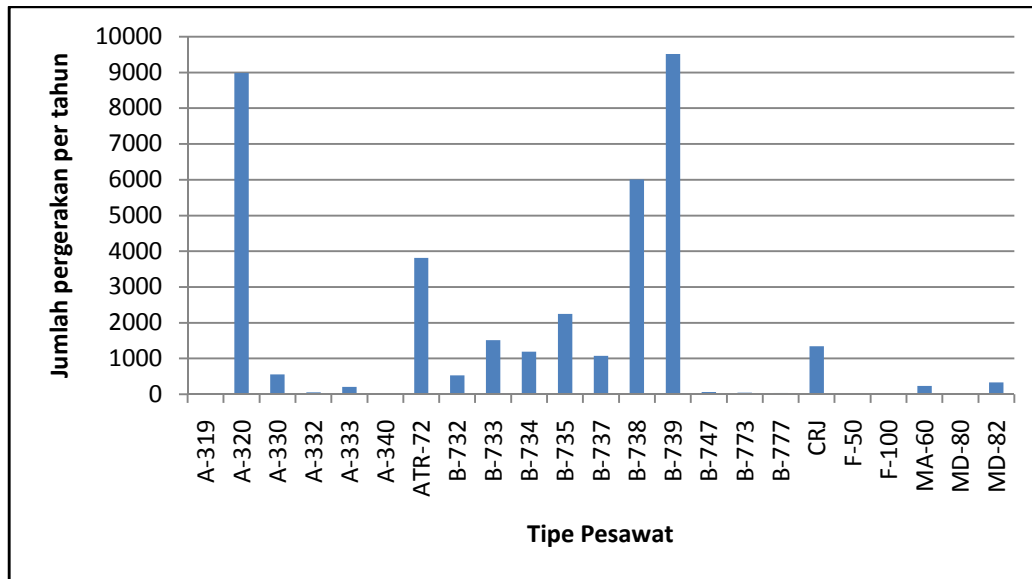
## **METODOLOGI**

Studi perbandingan metode penentuan tebal perkerasan apron dengan tiga metode, yaitu FAA, PCA dan LCN, memerlukan beberapa tahapan perhitungan. Pemahaman berkaitan dengan ketiga metode tersebut diperlukan untuk menentukan data apa saja yang diperlukan, bagaimana menentukan tebal perkerasan apron, bagaimana membuat peramalan beban yang akan diterima apron pada tahun 2026 dan beberapa analisis lainnya. Tahun 2026 merupakan tahun ke-20 dari tahun perencanaan (2006) apron Terminal 1 bandara Juanda saat ini.

Data yang dikumpulkan adalah data jenis pesawat dan jumlahnya masing-masing jenis, karakteristik pesawat, dan data struktur perkerasan. Data jenis pesawat dan jumlah pergerakan selama tahun 2013 ditunjukkan pada Gambar 1. Data Struktur perkerasan disajikan pada Tabel 1.

Data jumlah pergerakan pesawat kemudian diramalkan untuk mengetahui jumlah dan jenis pesawat yang akan beroperasi pada tahun yang akan dianalisis. Peramalan dilakukan dengan metode regresi linear dan Arima. Tujuan peramalan dengan dua metode ini adalah untuk mengetahui metode peramalan yang sesuai dengan karakteristik pergerakan pesawat di bandara Juanda.

Setelah peramalan dilakukan, perhitungan ketebalan apron dengan ketiga metode yang sudah disebutkan tersebut. Perhitungan dilakukan untuk kondisi saat ini dan kondisi di tahun rencana.



Gambar 1. Tipe pesawat dan jumlah pergerakan pada tahun 2013 (Angkasa Pura I, 2014)

Tabel 1. Ringkasan Data Struktur Perkerasan dan Ketentuan Teknis Desain (Kosasih, 2005)

Data Struktur Perkerasan	
Tebal Lapisan Pondasi Agregrat, D agr (cm) [CBR > 80 %]	20
Tebal Lapisan ATB, D atb (cm) [Stabilitas Marshall > 500 kg]	4
Modulus Lentur Pelat Beton, MR <sub>90</sub> (MPa)	4.86
Modulus Reaksi Tanah Dasar, k (MN/m <sup>3</sup> )	54
Modulus Reaksi Tanah Dasar Gabungan, k <sub>gab</sub> (MN/M <sup>3</sup> ) *	80
Ketentuan Teknis Desain	
Faktor Keamanan, FK *)	1,7

## ANALISIS DATA

### Pengolahan Data Untuk Peramalan

Dalam proses peramalan, perlu ditentukan metode peramalan yang diharapkan mendekati kondisi riil di lapangan. Menurut Laila (2014), metode peramalan untuk fluktuasi penumpang yang paling sesuai adalah menggunakan Arima. Ada 2 metode yang biasa digunakan dalam proses peramalan, yaitu metode regresi linier dan Arima. Tugas akhir ini menggunakan Arima untuk analisis selanjutnya. Metode regresi linier yang dilakukan di sini adalah untuk menunjukkan alasan mengapa metode ini tidak digunakan.

#### 1. Metode Regresi Linier

Regresi linier adalah metode statistika yang digunakan untuk membentuk model hubungan antara variabel terikat dengan variabel bebas. Pada perhitungan *forecasting* ini yang merupakan variabel terikat (*dependent variable*) adalah nilai Y yaitu besar nilai pergerakan pesawat, sedangkan variabel bebasnya (*independent variable*) adalah nilai X yaitu tahun yang dicari. Jadi, nilai Y dipengaruhi dan ditentukan oleh nilai X, namun tidak berlaku sebaliknya.

Metode regresi linier ini hanya memiliki satu variabel bebas. Bentuk umum persamaan regresi linier :

$$Y_i = a + b X_i ; i = 1,2,\dots,n \quad (1)$$

Dimana :

Y = Variabel terikat (*dependent variable*)

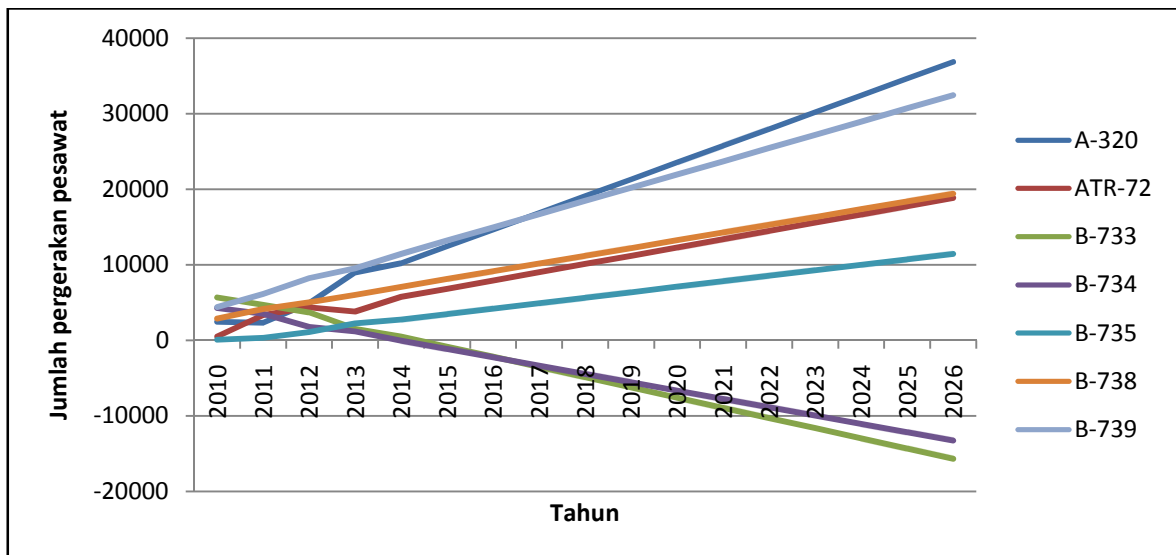
X = Variabel tidak terikat (*independent variable*)

a,b = Parameter regresi

I = Pengamatan yang ke – i

N = Banyaknya pengamatan

Setelah dilakukan perhitungan terhadap semua jenis pesawat didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 2. Hasil peramalan pergerakan pesawat dengan metode regresi linear

Dari hasil perhitungan tersebut ada yang menunjukkan nilai negatif. Nilai negatif ini dapat terjadi karena jenis pesawat tersebut semakin berkurang frekuensi pergerakannya. Sehingga apabila dilakukan peramalan metode regresi, terjadi kecenderungan negatif. Dalam perhitungan pergerakan pesawat nilai negatif tidak mungkin terjadi. Oleh karena itu metode ini tidak digunakan dalam peramalan.

## 2. Metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*)

Model ARIMA adalah model yang secara penuh mengabaikan independen variabel dalam pembuatan peramalan. ARIMA menggunakan nilai masa lalu dan sekarang dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat (Laila,2014), namun untuk peramalan jangka panjang ketepatan peramalannya kurang baik. Tujuan ARIMA adalah untuk menentukan hubungan statistik yang baik antar variabel yang diramal dengan nilai historis variabel tersebut sehingga peramalan dapat dilakukan dengan model tersebut. Hasil peramalan menggunakan metode ARIMA dapat dilihat pada Tabel 2.

### Perhitungan Tebal Perkerasan Apron

#### 1. Metode FAA

##### a. Menentukan Pesawat Rencana (FAA, 2010)

Pemilihan pesawat rencana ini pada dasarnya bukanlah berasumsi harus berbobot paling besar, tetapi jumlah pesawat yang paling banyak parkir di apron yang direncanakan. Pada perencanaan ini digunakan data pergerakan pesawat di Bandara Juanda pada tahun 2013 dan dipilih pesawat Boeing B-739 dengan konfigurasi roda dual wheel sebagai pesawat rencana karena memiliki tingkat pergerakan paling tinggi. Pesawat ini kemudian ditetapkan sebagai pesawat yang membutuhkan tebal perkerasan yang paling besar.

Tabel 2. Hasil Peramalan Dengan Metode ARIMA Tahun 2026

BULAN	JENIS PESAWAT						
	A-320	ATR-72	B-733	B-734	B-735	B-738	B-739
JANUARI	83	182	119	22	73	176	1118
FEBRUARI	82	182	119	22	73	175	1121
MARET	81	181	119	22	72	175	1124
APRIL	80	181	119	22	72	174	1127
MEI	79	181	118	21	71	174	1129
JUNI	78	181	118	21	71	173	1132
JULI	77	181	118	21	70	173	1135
AGUSTUS	76	181	118	21	70	172	1138
SEPTEMBER	75	180	118	21	70	172	1141
OKTOBER	75	180	118	21	69	171	1144
NOPEMBER	74	180	117	21	69	171	1146
DESEMBER	73	180	117	20	68	170	1149

b. Mengkonversikan Tipe Roda Tiap Pesawat (R2)

Tipe roda pendaratan menentukan bagaimana berat pesawat dibagi bebannya kepada roda-roda dan diteruskan ke perkerasan. Tipe roda pendaratan tiap jenis pesawat berbeda-beda, oleh karena itu perlu dikonversikan sesuai dengan tabel konversi konfigurasi roda pesawat.

Saat ini di Bandara Juanda juga beroperasi pesawat Boeing B-777 dengan konfigurasi roda dual tridem. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dijelaskan bahwa efek pada perkerasan yang ditimbulkan oleh pesawat B-777 dengan konfigurasi roda dual tridem, sama dengan efek yang ditimbulkan oleh pesawat dengan konfigurasi roda double dual tandem. Oleh karena itu faktor pengalinya sama dengan konfigurasi roda double dual tandem, yaitu 1,7 (Gopalakrishnan/Thompson, 2006).

c. Menentukan Beban Roda Pendaratan Utama (W2)

Tipe roda pendaratan utama sangatlah menentukan dalam perhitungan tebal perkerasan. Hal ini dikarenakan penyaluran beban pesawat melalui roda-roda ke perkerasan. Untuk merencanakan kekuatan landasan, dianggap bahwa 5% beban diberikan kepada nose gear sedangkan yang 95% dibebankan kepada main gear. Dalam perencanaan ini digunakan tipe pesawat B-739 dengan konfigurasi roda dual wheel dan MTOW sebesar 174.197 lbs, maka beban roda pendaratan utama pesawat (W2) :

$$W_2 = P \times MTOW \times \frac{1}{A} \times \frac{1}{B} \quad (2)$$

$$W_2 = 95\% \times 174.197 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$$

$$W_2 = 41.372 \text{ lbs}$$

d. Menentukan Nilai Ekuivalen Keberangkatan Tahunan Pesawat Rencana

Pada lalu-lintas pesawat, struktur perkerasan harus mampu melayani berbagai macam jenis pesawat yang mempunyai tipe roda pendaratan yang berbeda-beda dan bervariasi beratnya. Pengaruh dari beban yang diakibatkan oleh semua jenis model lalu lintas itu harus dikonversikan ke dalam pesawat rencana yaitu B-739 dengan *equivalent annual departure* dari pesawat-pesawat campuran tadi, sehingga dapat disimpulkan bahwa perhitungan ini berguna untuk mengetahui total keberangkatan keseluruhan dari bermacam pesawat yang telah dikonversikan ke dalam pesawat rencana. Mencari Wheel Load Rencana (W1)

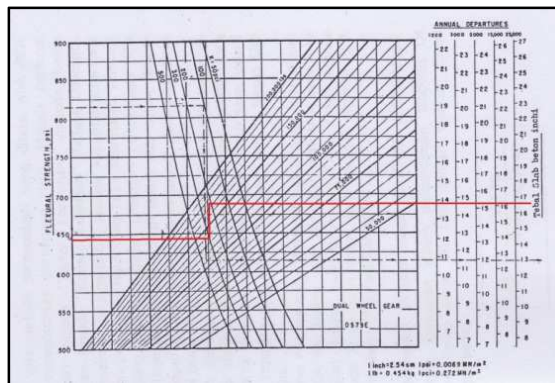
digunakan nilai wheel load B-739 sebagai pesawat rencana. Untuk mendapatkan *equivalent annual departure* digunakan persamaan :

$$\text{Log } R_1 = \text{Log } R_2 \left( \frac{W_2}{W_1} \right)^{1/2} \quad (3)$$

$$\text{Log } R_1 = \text{Log } 937 \left( \frac{60.214}{41.372} \right)^{1/2}$$

$$R_1 = 3847,166 \approx 3848$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan besar nilai *equivalent annual departure* ( $R_1$ ) yaitu 29.713 dengan pesawat rencana B-739. Maka karakteristik pesawat B-739 yang nantinya akan digunakan sebagai dasar perhitungan tebal perkerasan. Dari kurva yang tersedia untuk tingkat kebereangkatan 25.000 pergerakan menunjukkan tebal perkerasan beton sebesar 16,5 inci. Hasil ini kemudian dikalikan dengan presentase pengali sebesar 1,04 karena hasil annual departure menunjukkan lebih dari 25.000 (diasumsikan 50.000 pergerakan). Sehingga hasil akhir dari metode ini menghasilkan ketebalan sebesar =  $16,5 \times 1,04 = 17.16$  inch (43.58 cm).



Gambar 3. Perhitungan Tebal Slab Beton

## 2. Metode PCA

### a. Perencanaan dengan Faktor Keamanan

Nilai angka keamanan dan besarnya *modulus of rupture* dipakai sesuai dengan ketentuan teknis desain yaitu 1,7 dengan nilai  $MR_{90}$  sebesar 4,86 Mpa (704,8834 psi). Setelah didapat nilai FK dan  $MR_{90}$ , kemudian dihitung besarnya *working stress* atau tegangan kerja yang mampu dilayani oleh perkerasan tersebut. Tegangan kerja didapat dengan cara :

$$FK = \frac{MR_{90}}{\text{Working Stress}} \quad (4)$$

$$\text{Working Stress} = \frac{MR_{90}}{FK}$$

$$\text{Working Stress} = \frac{704,8834}{1,7} = 414,637 \text{ psi}$$

Dengan harga K sesuai ketentuan desain, yaitu 300 pci dan working stress 414,637 psi, nilai tersebut kemudian diplotkan ke dalam grafik PCA tiap jenis pesawat yang terdapat dalam buku spesifikasi pesawat yang diterbitkan oleh pabrik yang memproduksi pesawat tersebut. Dari grafik tersebut akan didapatkan tebal yang dibutuhkan oleh masing-masing tipe pesawat. Metode ini tidak dipengaruhi oleh jumlah kedatangan pesawat. Cara yang sama berlaku untuk tipe pesawat lain dengan nilai K dan *working stress* sama. Setelah diperoleh tebal yang dibutuhkan oleh semua jenis pesawat, dipilih tebal perkerasan yang

menghasilkan nilai paling besar, yaitu 13,2 inch yang dihasilkan oleh pesawat tipe B-747. Oleh karena itu, hasil tersebut dipilih sebagai hasil akhir dari metode ini.

b. Perencanaan dengan *Fatigue Repetition*

Seperti bahan-bahan struktural lainnya, beton pun bisa mengalami kelelahan. Keruntuhan beton akibat kelelahan terjadi apabila beton mendapat beban repetisi yang melampaui ketahanannya. Dalam perhitungan dengan konsep kelelahan, data lalu lintas pesawat campuran yang harus dilayani oleh perkerasan dibutuhkan. Dasar perencanaannya adalah berdasarkan *trial and error*. Metode konsep kelelahan bisa saling kontrol dengan metode angka keamanan. Oleh karena itu tebal perkerasan yang dihasilkan oleh faktor keamanan akan dikontrol dengan metode konsep kelelahan, yaitu 33,5 cm. Dari hasil perhitungan dengan ketebalan 33,5 menghasilkan kapasitas struktural total <100%, maka perkerasan mampu melayani beban lalu lintas pesawat.

### 3. Metode LCN

LCN (*Load Classification Number*) adalah nilai yang menunjukkan beban tertentu dari pesawat yang harus dipikul suatu sistem perkerasan bandara. LCN merupakan angka yang menunjukkan kekuatan dukung tanah dasar bandar udara terhadap pesawat yang boleh beroperasi di bandara tersebut. Maka bila angka LCN perkerasan lapangan terbang lebih besar daripada LCN pesawat, maka dapat disimpulkan pesawat dapat mendarat di lapangan terbang tersebut dengan selamat. Angka ini dipengaruhi geometri roda pendaratan, tekanan ban, serta komposisi perkerasan. Frekuensi gerakan pesawat tidak menjadi bahan pertimbangan dalam metode ini.

a. Mengumpulkan Data Karakteristik Pesawat dan Data Perkerasan Struktur

Dalam perencanaan dengan menggunakan metode ini digunakan data perkerasan struktur sesuai dengan kondisi riil bandara Juanda, yaitu  $K=300$  pci dan *flexural strength* beton sebesar 640,5 psi. Untuk data karakteristik pesawat disesuaikan dengan buku manual tiap jenis pesawat.

b. Menentukan Gear Loads

Untuk merencanakan kekuatan landasan, dianggap bahwa 5% beban diberikan kepada nose gear sedangkan yang 95% dibebankan kepada main gear. Digunakan sebagai contoh perhitungan pesawat tipe B-773, dengan MTOW 632.500 lbs dengan konfigurasi dual tridem, sehingga didapat nilai gear loads :

$$\text{Gear Loads} = 95\% \times \frac{632.500}{2} = 300.438 \text{ lbs}$$

c. Menentukan Kontak Area Ban

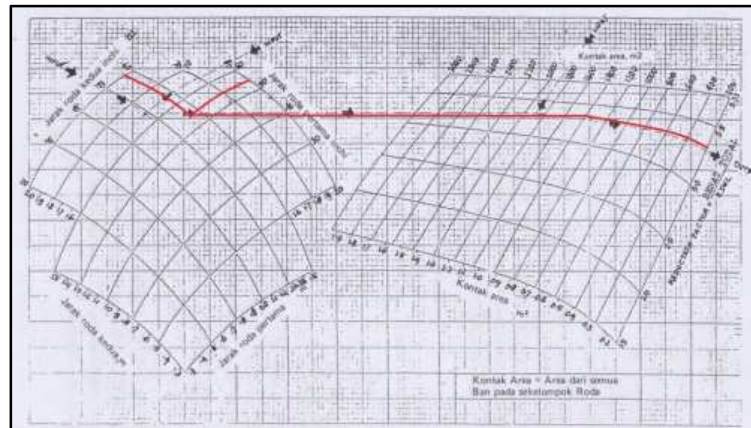
Kontak area ban dapat dihitung dengan cara membagi gear loads dengan besarnya tekanan ban tipe pesawat tertentu. Dari perhitungan sebelumnya didapat gear loads sebesar 300.438 lbs. Tekanan roda B-773 sebesar 215 psi, sehingga didapat :

$$A = \frac{300.438}{215} = 1397,386 \text{ inch}^2$$

d. Menentukan Nilai RF (*Reduction Factor*)

Nilai RF ditentukan berdasarkan hasil yang diperoleh dari langkah sebelumnya kemudian diplotkan ke dalam grafik penentuan RF. Gambar 4 menunjukkan besarnya nilai RF untuk pesawat tipe B-773 sebesar 3,3.





Gambar 4. Penentuan Nilai RF

e. Menentukan Nilai ESWL

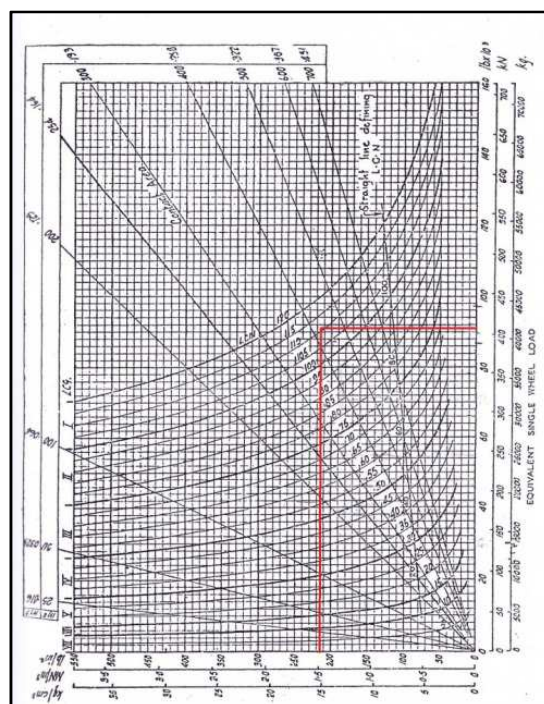
ESWL adalah nilai yang menunjukkan beban roda tunggal yang akan menghasilkan respon dari struktur perkerasan pada satu titik tertentu di dalam struktur perkerasan, dimana besarnya sama dengan beban yang dipikul pada titik roda pendaratan. Setelah didapat nilai RF pesawat B-773 dari langkah sebelumnya, lalu dihitung *Equivalent Single Wheel Load* (ESWL) pesawat menggunakan rumus :

$$ESWL = \frac{\text{Beban total pada main gear}}{\text{Reduction Factor}} \quad (5)$$

$$ESWL = \frac{300.438}{3,3} = 91.041,82 \text{ lbs}$$

f. Menentukan LCN (*Load Classification Number*)

Untuk mendapatkan nilai LCN suatu pesawat yaitu dengan menghubungkan nilai ESWL dan tekanan roda pesawat lalu memplotkannya ke dalam grafik LCN seperti yang ditunjukkan Gambar 5. Melanjutkan hasil dari langkah sebelumnya digunakan pesawat tipe B-773. Pesawat ini memiliki LCN sebesar 112.



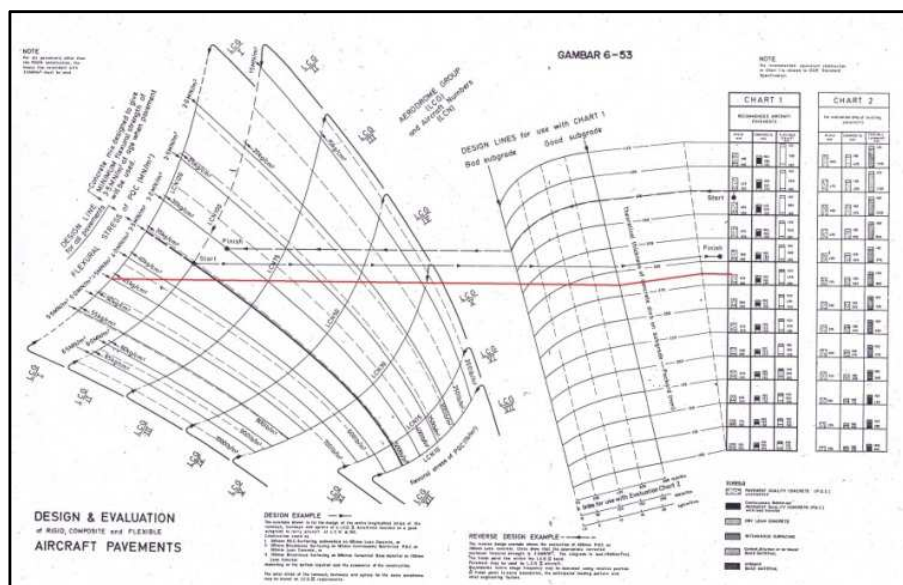
Gambar 5. Menentukan Nilai LCN Pesawat



g. Menentukan LCG (*Load Classification Group*) dan Tebal Perkerasan  
Perkembangan terakhir, LCN pesawat dibagi dalam kelompok-kelompok grup. Hal ini disebabkan sejumlah variabel yang mempengaruhi ketelitian pada waktu merencanakan perkerasan tidak diperlukan. Maka klasifikasi perkerasan dan evaluasi pesawat disederhanakan menjadi LCG. Pengelompokan pesawat dalam grup-grup, dipilih di antara pesawat-pesawat yang secara garis besar menghasilkan tegangan yang sama pada perkerasan. Untuk pesawat B-773 tergolong dalam grup 1.

h. Menentukan Tebal Perkerasan

Dalam penentuan tebal perkerasan, digunakan batas teratas LCG terpilih, lalu memplotkannya ke dalam grafik seperti yang ditunjukkan Gambar 6.



Gambar 6. Menentukan Tebal Perkerasan

Setelah dilakukan perhitungan, ketebalan terbesar dibutuhkan oleh pesawat B-773, yaitu 32,5 cm. Oleh karena itu nilai ini diambil sebagai hasil akhir dari metode LCN.

### Evaluasi Kekuatan Perkerasan Apron Terhadap Beban Pesawat Tahun 2022

Evaluasi pada tugas akhir ini dilakukan dengan cara membandingkan kondisi ketebalan eksisting dengan ketebalan perkerasan yang didapat dengan cara menghitung ketebalan dengan menggunakan ketiga metode. Semua data perkerasan dan ketentuan teknis desain disesuaikan dengan data yang didapat sebelumnya, tetapi untuk data kedatangan pesawat menggunakan data pergerakan hasil forecasting yang telah dilakukan. Langkah-langkah perhitungan sama seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, oleh karena itu tidak dijelaskan lagi pada subbab ini. Berikut ini rekapitulasi hasil perhitungan dengan ketiga metode.

Hasil yang diperoleh dari ketiga metode ini menunjukkan tebal yang dibutuhkan < 45 cm, oleh karena itu tebal perkerasan eksisting masih mampu melayani lalu lintas pesawat pada tahun 2022.

### Diskusi Perbedaan Hasil Perhitungan Perkerasan Dengan Tugas Akhir Terdahulu

Dari Tugas Akhir sebelumnya (Arisandi, 2012) diperoleh ketebalan slab beton 43 cm. Hasil ini diperoleh dari perhitungan ketebalan apron pada 42,5 cm. Nilai ini diperoleh dari

memperkirakan jenis pesawat yang beroperasi yaitu jenis B-747 pada tahun 2022. Ketebalan yang diperoleh juga dipengaruhi oleh nilai *flexural strength* beton sebesar  $45 \text{ kg/cm}^2 \approx 640,05 \text{ psi}$ .

Dalam tugas akhir ini ketebalan yang diperoleh (45 cm) berbeda dari penelitian Arisandi (2012) karena nilai *flexural strength* yang berbeda dan jenis pesawat yang digunakan juga berbeda. Perbedaan penggunaan jenis pesawat ini dikarenakan adanya pemisahan terminal domestik dan internasional. Ketebalan yang diperoleh ini masih mampu mendukung B-747 dengan ditunjukkan nilai kapasitas struktural yang menunjukkan nilai 0,0756 yang artinya perkerasan tidak mengalami kerusakan ketika melayani beban lalu lintas pesawat dengan tipe tersebut.

### **Evaluasi Kekuatan Perkerasan Apron Terhadap Beban Pesawat Tahun 2026**

Evaluasi pada subbab ini dilakukan dengan cara membandingkan kondisi ketebalan eksisting dengan ketebalan perkerasan yang didapat dengan menghitung ketebalan menggunakan ketiga metode. Semua data perkerasan dan ketentuan teknis desain disesuaikan dengan data yang didapat sebelumnya, tetapi untuk data kedatangan pesawat menggunakan data pergerakan hasil peramalan yang telah dilakukan. Langkah-langkah perhitungan sama seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, oleh karena itu tidak dijelaskan lagi pada subbab ini.

Hasil yang diperoleh dari ketiga metode ini menunjukkan tebal yang dibutuhkan  $< 45 \text{ cm}$ , oleh karena itu tebal perkerasan eksisting masih mampu melayani lalu lintas pesawat pada tahun 2026.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan serta mengacu pada tujuan penelitian, maka dapat disimpulkan :

Desain tebal struktur perkerasan kaku yang telah dilakukan melalui metode FAA, PCA, dan LCN memberikan hasil 44 cm untuk metode FAA, 33,5 cm untuk metode PCA dan 32,5 untuk metode LCN. Tebal perkerasan yang dihasilkan oleh ketiga metode ini menunjukkan hasil yang berbeda dengan kondisi riil di Bandara Juanda yang saat ini sebesar 45 cm.

Terdapat perbedaan yang signifikan pada perkerasan kaku yang dihasilkan oleh metode FAA dibandingkan dengan dua metode yang lain, sementara hasil dari metode PCA dan LCN hanya berbeda tipis, yaitu 1 cm. Perbedaan signifikan ini disebabkan oleh perbedaan asumsi yang digunakan. Metode PCA dan LCN mengasumsikan adanya pergeseran jalur lintasan sumbu roda rata-rata dari setiap jenis pesawat udara yang beroperasi sesuai dengan konfigurasi sumbu rodanya masing-masing. Sehingga, tegangan lentur maksimum di dalam struktur perkerasan yang diakibatkan oleh masing-masing jenis pesawat udara secara umum tidak selalu terjadi pada jalur yang sama. Sedangkan metode FAA, asumsi yang digunakan adalah bahwa setiap jenis pesawat udara yang beroperasi dianggap melintasi jalur lintasan sumbu roda rata-rata yang sama.

Berdasarkan hasil desain tebal perkerasan kaku melalui metode FAA, PCA, dan LCN dengan data pergerakan pesawat tahun 2022 dan 2026, tebal perkerasan kaku eksisting sebesar 45 cm masih mampu menerima beban lalu lintas pesawat hingga tahun 2026.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Angkasa Pura I (2014). **Laporan Bulanan Pergerakan Pesawat**. Surabaya.
- Arisandi, Rifdia (2012). **Perencanaan Pengembangan Apron Di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya**. Surabaya.
- Basuki, Heru (1986). **Merancang dan Merencana Lapangan Terbang**. Penerbit Alumni. Bandung.
- FAA, *Advisory Circular AC 150/5320-6D (2010). Airport Pavement Design and Evaluation. United States of America.*
- Gopalakrishnan, Kasthurirangan dan Thompson, Marshall R. (2006). *Effect of Dynamic Aircraft Gear Load on Asphalt Concrete Strain Responses*. ASTM International. West Conshocken.
- Horonjeff R. dan McKelvey F.X. (1993). **Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara**. Edisi Ketiga-Terjemahan, Erlangga. Jakarta.
- Kosasih, Djunaedi (2005). **Perbandingan antara Pendekatan Desain Struktur Perkerasan Kaku berdasarkan Lalu Lintas Pesawat Udara Campuran dan Pesawat Udara Desain Kritis**. Bandung.
- Laila, Fatachayah (2014). **Evaluasi Variasi Metode Peramalan Terhadap Perencanaan Fasilitas Terminal Penumpang Domestik Bandara Internasional Juanda (Metode : ARIMA dan Regresi Dummy)**. Surabaya.
- Packard, Robert G. (1973). *Design of Concrete Airport Pavement*. Portland Cement Association. Illinois.