

ANALISIS TEBAL PERKERASAN DAN BIAYA DENGAN SOFTWARE FAARFIELD PADA LANDAS PACU BIJB KERTAJATI

Silvani Desy Palino^[1], Budi Hartanto Susilo^[2]

^[1] Alumni, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

^[2] Guru Besar, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha Bandung

Jl. Prof. Drg. SoeriaSoemantri No. 65 Bandung 40164

E-mail: silvanidesyppp@gmail.com, budiharsus@yahoo.com

ABSTRAK

Suatu bandara yang telah dibangun dan digunakan untuk lalu lintas udara tentu penting adanya tindakan analisis dan evaluasi ketebalan yang dapat menahan beban pergerakan lalu lintas. Maka, maksud dari penelitian ini yakni menganalisis tebal perkerasan landas pacu dengan metode FAA *Advisory Circular* No. 150/5320-6E melalui perangkat lunak FAARFIELD dimana hasil analisis didapat total tebal perkerasan 814,9 mm dengan tebal lapisan permukaan sebesar 200 mm, lapisan fondasi sebesar 127 mm, dan tebal lapisan fondasi bawah sebesar 487,9 mm. Evaluasi ketebalan atas kekuatan struktur yaitu nilai PCN oleh dua metode yakni metode ICAO dan FAA berdasarkan AC 150/5335-5C dengan menggunakan perangkat lunak COMFAA dan memperhitungkan nilai ACN, yaitu angka yang menjadi suatu batasan pesawat tertentu terhadap perkerasan. Nilai PCN metode ICAO sebesar 89/F/C/X/T < ACN sebesar 89,3 sedangkan nilai PCN metode FAA sebesar 101,4/F/C/X/T > ACN sebesar 89,3. Hasil analisis biaya konstruksi dengan anggaran terendah dari kelima pembandingan yakni pada metode perangkat lunak FAARFIELD sebesar Rp.326.252.664.418,00.

Kata kunci: ACN, Bandara, Biaya Konstruksi, FAARFIELD, PCN.

ABSTRACT

An airport that was constructed and used for air traffic certainly repented of the action of thickness analysis and evaluation of thickness that could withstand the burden of traffic movements. Accordingly, the purpose of this research is to analyse runway pavement thickness that used is FAA Method Advisory Curcular no. 150/5320-6E through FAARFIELD software and the result is a total thickness of 814, 9mm with surface course thickness of 200 mm, base course thickness of 127 mm, and subbase course thickness of 487,9 mm. Evaluation thickness the stucture strength which is PCN score through two methods ICAO and FAA based on AC 150/5335-5C by using COMFAA software and by calculating ACN score which is the number that become a certain aircraft limitation toward the pavement. PCN score ICAO method is 89/F/C/X/T < ACN is 89,3 and FAA method is 101,4/F/C/X/T > ACN is 89,3. The result of minimum construction cost analysis from 5 comparative is a method of software FAARFIELD of Rp.326.252.664.418,00.

Keywords: ACN, Airport, Construction Cost, FAARFIELD, PCN.

1. PENDAHULUAN

Bandara Internasional Jawa Barat (BIJB) Kertajati merupakan bandara terbaru di Jawa Barat yang baru dioperasikan dengan memindahkan rute penerbangan dari

Bandara Husein Sastranegara ke Bandara BIJB. Sebelum BIJB dioperasionalkan pertumbuhan jumlah penumpang di Bandara Husein Sastranegara meningkat pesat sehingga mengakibatkan Bandara tersebut kelebihan kapasitas. Maka, hal tersebutlah yang menjadi awal mula dioperasionalkannya BIJB sebagai solusi dari masalah tersebut.

Peningkatan kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas penerbangan mengharuskan adanya pemenuhan kebutuhan tersebut secara tepat sebagai contoh adalah pesawat jenis Boeing 747 dan Airbus A380-800. Oleh karena itu, perkerasan landas pacu harus memiliki tebal lapisan yang mampu menampung aktivitas pergerakan pesawat. Bandara dalam masa konstruksinya tentu lebih mengedepankan dan mengutamakan mengenai konstruksi perkerasan landas pacu. Perkerasan landas pacu menjadi peran utama dalam kegiatan lalu lintas udara yakni kegiatan lepas landas dan mendarat disebuah landasan yang telah direncanakan. Perkerasan landas pacu setiap bandara memiliki tebal lapisan struktur perkerasan yang mumpuni untuk digunakan selama kegiatan lalu lintas sesuai dengan umur rencana perkerasan.

Kekuatan dari lapisan struktur perkerasan tentu mengalami masa penurunan akibat kegiatan lalu lintas yang tinggi. Dalam hal ini, dibutuhkan tebal lapisan yang mengharuskan adanya analisis mengenai tebal lapisan itu sendiri dikarenakan perkerasan landas pacu harus memiliki tebal lapisan yang mampu menampung aktivitas pergerakan pesawat. Hal ini, berguna sebagai penahan beban pesat yang akan berpengaruh terhadap tebal perkerasan landas pacu BIJB. Dengan begitu, perlu adanya evaluasi mengenai pengembangan dimensi landas pacu dan tebal perkerasan landas pacu BIJB.

Perumusan masalah dalam penelitian ini yakni Bagaimana menganalisis tebal lapisan perkerasan landas pacu dengan *software FAARFIELD*, apakah perkerasan landas pacu yang direncanakan memenuhi standar, dan bagaimana menghitung biaya konstruksi untuk perkerasan landas pacu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan bandara dirancang, dibangun dan dipelihara untuk mendukung beban kritis yang dibebani oleh pesawat terbang. Perkerasan bandara menghasilkan perkerasan yang kuat, stabil, kekesatan (*skid resistance*). Kualitas dan ketebalan perkerasan harus dipastikan bahwa perkerasan tidak akan gagal saat dibebani dan perkerasan harus cukup tahan lama untuk menahan tindakan abrasif pergerakan lalu lintas udara, kondisi cuaca yang buruk dan pengaruh buruk lainnya pada perkerasan. Maka, untuk memastikan kekuatan yang diperlukan perkerasan dan untuk mencegah kerusakan pada perkerasan

maka bandara harus mempertimbangkan berbagai desain, konstruksi, dan bahan parameter yang berhubungan dengan material yang digunakan pada perkerasan bandara.

Secara umum perkerasan terdapat 2 tipe yaitu lentur dan kaku. Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah suatu perkerasan yang berbahan dasar dari campuran aspal dan agregat yang terdiri atas *surface, base course, subbase course, dan subgrade*. Namun, perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah struktur perkerasan yang terbuat oleh material campuran semen serta agregat yang terdiri atas *slab-slab* yang memiliki ketebalan sesuai dengan perencanaan.

Prinsip dari program FAARFIELD adalah menghitung tebal rencana perkerasan landas pacu yang didasarkan atas analisa struktur lapis secara tiga dimensi. Perhitungan dibuat untuk mengakomodasi dampak susunan sumbu roda pesawat yang rumit. Metode perencanaan membutuhkan perhitungan yang kompleks, sehingga FAA mengembangkan program komputer yang dinamakan FAARFIELD.

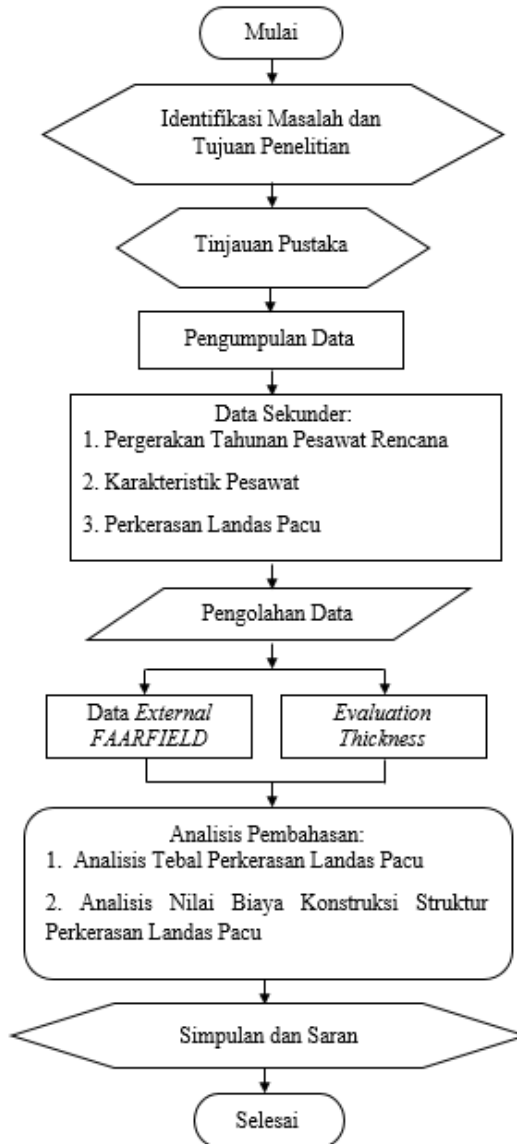
International Civil Aviation Organization (ICAO, 1983) menyatakan bahwa kekuatan struktur perkerasan yang direncanakan untuk pengoperasian pesawat udara yang memiliki berat total lebih dari 5700 kg harus dapat dipublikasikan dengan menggunakan metoda Aircraft Classification Number – Pavement Classification Number (ACN-PCN). *Pavement Classification Number* (PCN) adalah suatu angka yang menjelaskan daya dukung perkerasan untuk operasi pesawat tak terbatas, dengan nilai ACN kurang dari atau sama dengan PCN (ICAO,2016). Jika nilai ACN dan tekanan roda pesawat lebih besar dari nilai PCN pada kategori subgrade tertentu yang dipublikasikan, maka operasi pesawat udara tidak diijinkan beroperasi kecuali dengan mengurangi beban operasi, atau pada keadaan tertentu seperti, operasi penerbangan yang cukup padat sehingga pengoperasian kondisi overload dapat diberikan. Program

Aircraft Classification Number (ACN) merupakan sebuah angka yang menerangkan batasan pesawat khusus diatas perkerasan melalui perincian *standard subgrade* (ICAO,2016). Nilai ACN dikeluarkan oleh pabrik pembuat pesawat.

COMFAA adalah suatu program komputer dengan tujuan untuk melakukan perhitungan *Aircraft Classification Number* (ACN) dan perhitungan desain perkerasan. Program COMFAA dikembangkan dengan konsep *Cummulative Damage Factor* (CDF), yaitu dengan menghitung efek gabungan dari beberapa pesawat yang beroperasi di bandara. Efek dari lalu lintas gabungan ini disetarakan dengan pesawat kritis. Dengan penyetaraan tersebut, perhitungan PCN dapat mencakup dampak dari semua lalu lintas pesawat secara proporsional.

3. METODOLOGI PENELITIAN

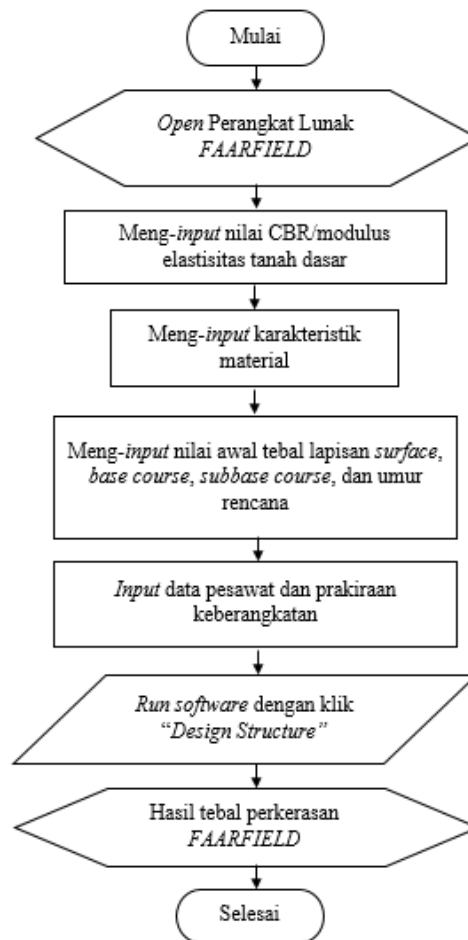
Pada penelitian diperlukan kerangka pemikiran atau diagram alir penelitian untuk mendukung dalam keberlangsungan penelitian agar mencapai suatu tujuan yang telah ditetapkan. Tahapan proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada Gambar 2 adalah alir penggunaan program *FAARFIELD* untuk melakukan perhitungan dan menghasilkan desain tebal perkerasan. Dengan meng-*input* data umur rencana, nilai CBR atau modulus elastisitas, *traffic mix*, dan jenis lapisan *subbase* dan *base course* yang akan digunakan dalam perencanaan. Metode perencanaan FAA 150/5320-6E

adalah menentukan susunan dan evaluasi lapisan-lapisan tanah dasar dengan menggunakan *software FAARFIELD*.



Gambar 2. Diagram Alir FAARFIELD

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis lapisan struktur perkerasan landas pacu BIJB Kertajati dengan menggunakan *software FAARFIELD*. Data pesawat dalam *external library FAARFIELD* yang menjadi data utama karakteristik rencana pesawat diperoleh secara langsung dari kelompok pesawat. Data karakteristik pesawat rencana yang digunakan terdiri atas berat kotor pesawat (*gross taxi weight*), *annual departure* ini dapat disesuaikan dengan asumsi pesawat rencana, persen pertumbuhan tahunan, total keberangkatan, nilai kontribusi kumulatif faktor kerusakan, *cummulative damage factor (CDF) Max for Airplane, P/C ratio, Tire Press, Percent of GW on Gear, Dual Spacing, Tandem Spacing, Tire Contact Width, Tire Contact Length, Tire Contact Area*. Data struktur perkerasan landas pacu BIJB diperoleh dari PT. Angkasa Pura II. Struktur perkerasan lentur terdiri atas 4 lapisan, yaitu: lapisan permukaan (*surface*) memakai bahan *Hot Mix Asphalt* (HMA) dengan tebal 200

mm, lapisan fondasi (*base course*) dengan jenis *Cement Treated Base Course* (CTBC) dengan tebal 350 mm, lapisan fondasi bawah (*subbase course*) dengan jenis *Crushed Aggregate Course* dengan tebal 460 mm, dan lapisan tanah dasar yaitu *subgrade* dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) yaitu nilai perbandingan antara berat bahan penetrasi pada perkerasan atas bahan standar pada kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama dengan nilai CBR sebesar 6%. Data Asumsi *Annual Departure* untuk kebutuhan data analisis menggunakan *software FAARFIELD* dapat dilihat pada Tabel 1 dan Pokok data perkerasan landas pacu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tampak detail dari potongan melintang perkerasan landas pacu dapat dilihat pada Gambar 3, serta dapat dilihat sketsa potongan memanjang perkerasan landas pacu BIJB pada Gambar 4 dan pada Gambar 5 ialah Hasil Analisis *software FAARFIELD*.

Tabel 1. Asumsi Annual Departure

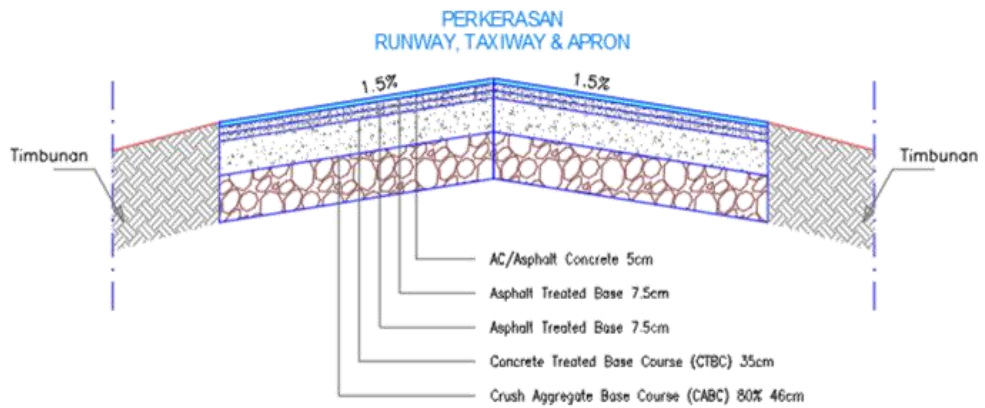
No	Jenis Pesawat	Annual Departure
1	B747-100	1.444
2	B737-300	1.244
3	B777-300	894
4	B747-400	684
5	B767-300	6.503
6	A-320	33.867
7	A319-100	32.789
8	B737-800	44.765
9	B737-900	37.136

Sumber: Putri, 2016

Tabel 2. Data Perkerasan Landas Pacu BIJB

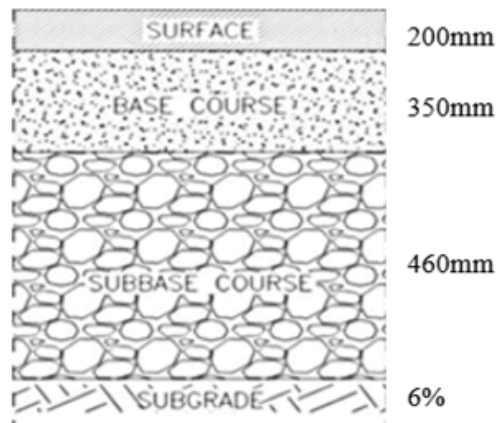
Klasifikasi Lapisan	Tebal (mm)	CBR (%)
<i>Surface</i>	200	-
<i>Base Course</i>	350	-
<i>Subbase Course</i>	460	-
<i>Subgrade</i>	-	6

Sumber: PT. Angkasa Pura II, 2019



Gambar 3. Potongan Melintang Perkerasan Landas Pacu BIJB

Sumber: PT. Angkasa Pura II, 2019



Gambar 4. Hasil Analisis Software FAARFIELD

Rwy1 NewFlexib~01 Des. Life = 20		
Layer Material	Thickness (mm)	Modulus or R (MPa)
P-401/P-403 HMA Surface	200,0	1.378,95
P-304 CTB	127,0	3.447,38
P-209 Cr Ag	487,9	362,60
Subgrade	CBR = 6,0	62,05

N = 2; Sublayers; Subgrade CDF = 1,00; t = 814,9 mm

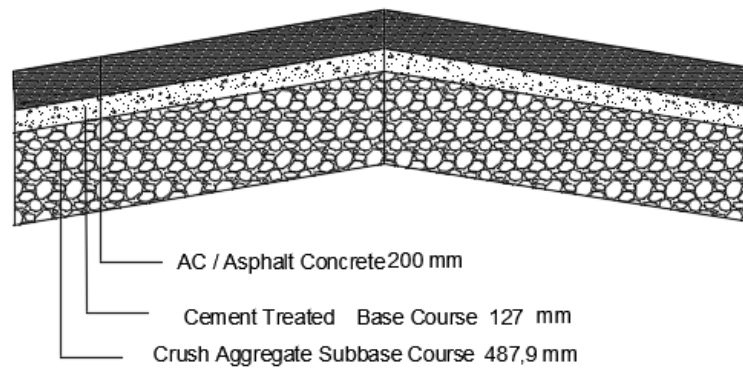
Gambar 5. Hasil Analisis Software FAARFIELD

Tabel 3. Data Perkerasan Bandara

Data Struktur Perkerasan					
<i>No</i>	<i>Type</i>	<i>Thickness</i> <i>(mm)</i>	<i>Modulus</i> <i>(MPa)</i>	<i>Poisson's</i> <i>Ratio</i>	<i>Strength</i> <i>R_c(MPa)</i>
1	<i>P-401/P-403 HMA</i>	200	1.379	0,35	0,00
2	<i>P-304 CTB</i>	127	3.447	0,20	0,00
3	<i>P-209 Cr Ag</i>	487,9	362,60	0,35	0,00
4	<i>Subgrade</i>	0,00	62,05	0,35	0,00

Total ketebalan lapisan = 814,9 mm

Seperti yang sudah tertera pada Tabel 3. Data Struktur Perkerasan hasil *FAARFIELD*. Berikut saya lampirkan Penampang Melintang Hasil Analisis *FAARFIELD* pada Gambar 6.



Gambar 6. Penampang Melintang Hasil Analisis *FAARFIELD*

4.1 Evaluasi Ketebalan Perkerasan Landas Pacu BIJB

Mengevaluasi tebal landas pacu (*evaluation thickness*) BIJB Kertajati dilakukan dengan mengacu pada metode FAA AC 150/5335-5C menggunakan *software* COMFAA sebagai *software* penunjang saat menganalisis kekuatan. Dalam menyelesaikan perhitungan nilai PCN dan ACN diselesaikan dengan *spreadsheet microsoft excel* yang telah diunduh dari situs resmi yaitu *website* FAA sebagai acuan untuk mempermudah proses perhitungan.

4.2 Perhitungan Nilai Pavement Classification Number

Dari hasil kalkulasi desain struktur mengenai tebal perkerasan landas pacu BIJB Kertajati dengan metode FAA menggunakan *software* *FAARFIELD*, kemudian menganalisis nilai *pavement classification number* (PCN) dengan metode ICAO dan metode FAA yang berlandaskan AC 150/5335-5C melalui perangkat lunak COMFAA.

4.2.1 Metode ICAO

Pengkalkulasian nilai PCN dengan metode ICAO, berlandaskan konsep dasar perhitungan berdasarkan pesawat kritis, nilai CBR perkerasan, faktor konversi keberangkatan tahunan. Perhitungan nilai PCN BIJB hasil analisis *FAARFIELD*, dilakukan sesuai prosedur perhitungan sebagai berikut:

Menentukan kebutuhan perkerasan, didapat tebal total perkerasan adalah 814,9 mm.

Lapisan Permukaan	=	200 mm
Lapisan Fondasi	=	127 mm
Lapisan Fondasi Bawah	=	487,9 mm
Total	=	814,9 mm

Menghitung tebal ekuivalen perkerasan, dijabarkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Tebal Ekuivalen Perkerasan

No	Lapis Perkerasan	Tebal (mm)	Bahan	Tebal Ekuivalen (mm)
1	Lapisan Permukaan	200	AC	$200 \times 1 = 200$
2	Lapisan Fondasi	127	BC	$127 \times 1 = 127$
3	Lapisan Fondasi Bawah	487,9	SB	$487,9 \times 1 = 487,9$
Total				814,9 mm

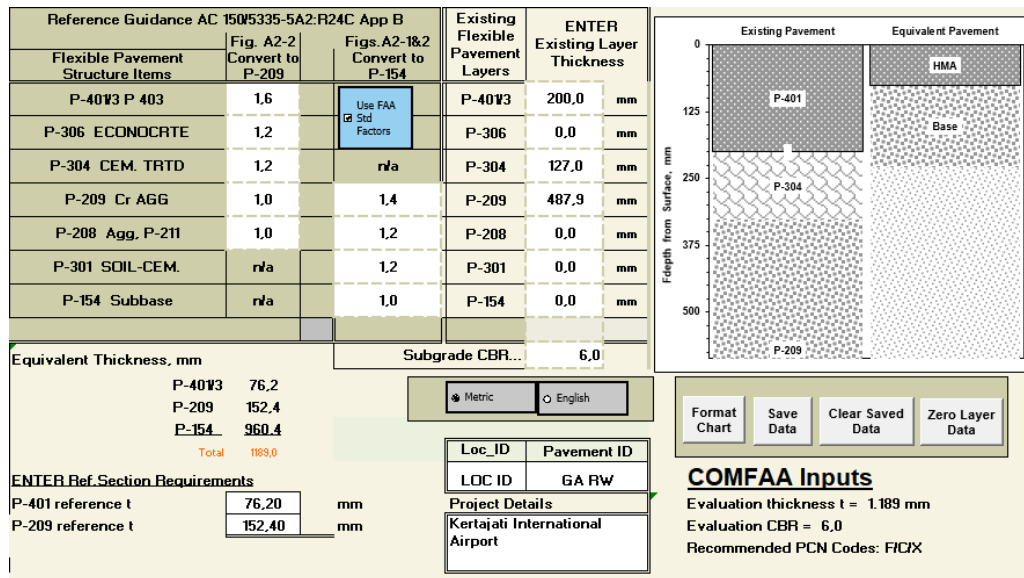
Total Equivalent Thickness = 814,9 mm

- Menghitung beban yang diperbolehkan, *Allowable Load* (P_o), untuk jenis pesawat B777- 300ER yakni sebesar 718.414 lbs.
- Menghitung nilai PCN untuk pesawat B777- 300ER
 Beban massa maksimum = 718.414 lbs
 Beban massa minimum = 370.000 lbs
 Nilai ACN maksimum = 89
 Nilai ACN minimum = 29
 Maka, $PCN = ACN_{min} + (ACN_{max} - ACN_{min}) =$
 $PCN = 29 + (89 - 29) =$
 $PCN = 89$

4.2.2 Metode FAA

Pengkalkulasian nilai PCN BIJB berdasarkan metode FAA AC 150/5335-5C oleh perangkat lunak COMFAA, melalui perhitungan dengan bantuan *spreadsheet* yang diunduh pada *website* resmi FAA. Cara perhitungannya ialah dengan menginput data tebal perkerasan eksisting dan faktor konversi pada *sheet layer equivalency*. Berikut prosedur

dalam perhitungan metode ini, langkah awal ialah mengkonversi tebal lapisan melalui perangkat lunak COMFAA. Pada *spreadsheet* untuk perhitungan *evaluation thickness* dapat dilihat hasil dari perhitungan konversi tebal perkerasan pada Gambar 7 dengan tebal 1.189 mm dengan kriteria minimal lapisan beraspal (material P-401/3) serta lapisan pondasi (material P-209) berdasarkan standar FAA.



Gambar 7. Spreadsheet Evaluation Thickness

Hasil perhitungan nilai PCN berdasarkan metode FAA AC 150/5335-5C menggunakan perangkat lunak COMFAA, untuk perkerasan landas pacu yang telah dianalisis mendapat nilai terbesar ialah 101,4. Tipe perkerasan yang digunakan pada landas pacu ialah perkerasan lentur (*flexible*) sehingga kode yang dipakai ialah F. Nilai CBR pada tanah dasar (*subgrade*) ialah 6% dan nilai CBR ini termasuk ke dalam kategori rendah (*low*) sehingga kode yang dipakai ialah C. Tekanan roda ban pesawat rencana (*tire pressure*) terbesar yang dianalisis yaitu 1.165 KPa atau 1,2 MPa yang dimiliki oleh pesawat B777-300 ER dan termasuk ke dalam kategori X. Perhitungan nilai PCN dalam hal ini menggunakan metode teknis sehingga kode yang digunakan ialah T. Maka, kesimpulan dari hasil perhitungan PCN pada landas pacu BIJB Kertajati dapat dilihat pada Gambar 6 ialah 101,4/F/C/X/T. Maka perbandingan hasil perhitungan landas pacu dengan metode ICAO dan metode FAA AC 150/5335-5C menggunakan perangkat lunak COMFAA dapat dilihat pada Tabel 5.

Results Table 2. PCN Values							
No.	Aircraft Name	Critical Aircraft Total Equiv. Covs.	Thickness for Total Equiv. Covs.	Maximum Allowable Gross Weight	ACN Thick at Max. Allowable Gross Weight	CDF	PCN on C(6)
1	A-320 Bogie	>5,000,000	798,2	131,897	876,38	0,0000	57,4
2	A319-100 std	>5,000,000	1.158,2	67,397	717,76	0,0000	38,5
3	B737-900 ER	>5,000,000	1.143,0	91,542	903,62	0,0038	61,0
4	B737-800	>5,000,000	1.158,2	83,010	843,85	0,0002	53,2
5	B767-300 ER	1.233.010	1.143,2	197,341	976,66	0,0092	71,3
6	B747-400	149.986	1.122,9	429,084	1044,54	0,0083	81,6
7	B777-300 ER	15.845	1.115,4	381,150	1164,97	0,1370	101,4
8	B737-300	>5,000,000	1.168,3	65,554	734,94	0,0000	40,4
9	B747-100 SF	>5,000,000	1.180,8	337,871	863,75	0,0000	55,8
					Total CDF =	0,1585	

Gambar 8. Nilai PCN Berdasarkan COMFAA pada BIJB Kertajati

Tabel 5. Nilai PCN BIJB

Hasil Perhitungan Nilai PCN BIJB	
Metode ICAO	Metode FAA AC 150/5335-5C
89/F/C/X/T	101,4/F/C/X/T

4.3 Perhitungan Nilai Aircraft Classification Number

Aircraft Classification Number (ACN) digunakan untuk menilai pengaruh relatif pada suatu pesawat terhadap permukaan landas pacu. Dalam hal ini artinya, pesawat yang boleh menggunakan landas pacu harus memiliki ACN yang lebih kecil dari PCN. Hasil pengkalkulasian nilai ACN pada Gambar 9 menggambarkan nilai ACN parameter ICAO pada setiap model pesawat yaitu nilai *gross weight*, *gross weight on main gear*, *tire pressure*, *ACN thickness* maka nilai ACN dari hasil analisis didapat nilai $ACN < PCN$. Nilai ACN dominan ialah jenis pesawat B777-300 ER beserta nilai ACN sebesar 89,3. Menurut nilai PCN perkerasan yang lebih besar dibandingkan nilai ACN pesawat rencana, maka dapat disimpulkan bahwa perkerasan landasan BIJB benar-benar aman digunakan untuk kegiatan penerbangan hingga 20 tahun mendatang. *Resume* analisis tebal perkerasan 5 metode dengan 1 hasil analisis menggunakan *FAARFIELD* sebagai pembanding 4 metode lainnya.

Results Table 3. Flexible ACN at Indicated Gross Weight and Strength						
No.	Aircraft Name	Gross Weight	% GW on Main Gear	Tire Pressure	ACN Thick	ACN on C(6)
1	A-320 Bogie	73,900	93,80	1.220	563,7	23,8
2	A319-100 std	64,400	92,60	1.190	697,4	36,4
3	B737-900 ER	85,366	94,58	1.517	866,0	56,0
4	B737-800	79,243	93,56	1.413	820,3	50,3
5	B767-300 ER	187,334	92,40	1.379	937,9	65,8
6	B747-400	397,801	93,32	1.379	985,8	72,6
7	B777-300 ER	352,441	92,44	1.524	1.092,9	89,3
8	B737-300	63,503	90,86	1.386	720,5	38,8
9	B747-100 SF	334,751	92,48	1.600	857,7	55,0

Gambar 9. Nilai ACN berdasarkan COMFAA pada BIJB Kertajati

Bahasan mengenai analisis tebal perkerasan landas pacu BIJB Kertajati terdapat 5 data hasil analisis tebal perkerasan landas pacu. Hasil analisis landas pacu tersebut dari 5 data menghasilkan data yang berbeda dari data semula yaitu data eksisting, karena analisis tebal perkerasan yang digunakan pada setiap analisis menggunakan metode yang berbeda. Data tebal perkerasan landas pacu menurut data eksisting memiliki tebal lapisan permukaan (*surface*) sebesar 200 mm, lapisan fondasi (*base course*) sebesar 350 mm, lapisan fondasi bawah (*subbase course*) sebesar 460 mm, dan lapisan tanah dasar (*subgrade*) ialah 6%. Data hasil analisis dalam Tugas Akhir ini menggunakan perangkat lunak *FAARFIELD* didapat tebal setiap lapisan yang dianalisis dengan menambahkan data karakteristik pesawat yang dapat diakses secara langsung dalam perangkat lunak *FAARFIELD* pada data *external* dan data asumsi *annual departure*. Hasil data tebal perkerasan menurut *FAARFIELD* memiliki tebal lapisan permukaan (*surface*) sebesar 200 mm, lapisan fondasi (*base course*) sebesar 127 mm, lapisan fondasi bawah (*subbase course*) sebesar 487,9 mm, dan lapisan tanah dasar (*subgrade*) ialah 6%. Total tebal perkerasan sebesar 814,9 mm. Hasil *evaluation thickness* mendapatkan total sebesar 1.189 mm pada metode FAA AC 150/5335-5C melalui perangkat lunak COMFAA, melalui perhitungan menggunakan bantuan *spreadsheet*. Dari hasil ini menunjukkan data yang signifikan berbeda dari perbandingan data eksisting dengan *FAARFIELD* ialah pada lapisan fondasi. Bahwa tebal lapisan yang hasil analisis pada penelitian ini dapat ditoleransi ketebalannya dengan data eksisting BIJB Kertajati. Berikut terdapat 3 data pembanding lainnya yang diperoleh dari hasil analisis dengan metode yang berbeda dari (Anis, 2016) dengan metode empiris dan metode mekanistik dan data hasil analisis dari penelitian terdahulu (Putri, 2016) dengan menggunakan perangkat lunak COMFAA.

Data analisis yang diperoleh dari (Anis, 2016) dengan metode empiris memiliki tebal lapisan permukaan (*surface*) sebesar 152,4 mm, lapisan fondasi (*base course*) sebesar 368,3 mm, lapisan fondasi bawah (*subbase course*) sebesar 825,5 mm, dan lapisan tanah dasar (*subgrade*) ialah 6%. Metode kedua dari (Anis, 2016) ialah metode mekanistik memiliki tebal lapisan permukaan (*surface*) sebesar 127 mm, lapisan fondasi (*base course*) sebesar 457,2 mm, lapisan fondasi bawah (*subbase course*) sebesar 944,4 mm, dan lapisan tanah dasar (*subgrade*) ialah 6%. Data terakhir sebagai pembanding ialah data yang diperoleh dari hasil COMFAA dari penelitian Nurul Aulia Putri pada tahun 2016 memiliki tebal lapisan permukaan (*surface*) sebesar 127 mm, lapisan fondasi (*base course*) sebesar 203,2 mm, lapisan fondasi bawah (*subbase course*) sebesar 1405,4 mm, dan lapisan tanah dasar (*subgrade*) ialah 6,5%.

Semua data hasil analisis memiliki tebal lapisan yang berbeda, namun dapat dilihat bahwa data hasil analisis pada penelitian ini dengan hasil data eksisting BIJB Kertajati tidak jauh berbeda, dalam hal ini data hasil analisis mendekati sesuai dengan perencanaan awal tebal lapisan yang telah diterapkan di landasan pacu BIJB Kertajati. Dengan material yang digunakan lapisan permukaan (*surface*) ialah P401/P-403 *Hot mix aggregate* (HMA) *Surface*, lapisan fondasi (*base course*) P-304 *Cement Treated Base* (CTB), lapisan fondasi bawah (*subbase course*) P-209 *Crushed Aggregate*, dan lapisan tanah dasar (*subgrade*).

Tabel 6. Resume Analisis Tebal Perkerasan

Metode		Lapisan Permukaan (<i>Surface</i>)	Lapisan Fondasi (<i>Base</i>)	Lapisan Fondasi Bawah (<i>Subbase</i>)	Lapisan tanah dasar (<i>Subgrade</i>)
Eksisting	Material	<i>Asphalt Concrete</i>	<i>Cement Treated Base</i>	Sirtu	<i>Subgrade</i>
	Tebal (mm)	200	350	460	6%
Hasil COMFAA (Putri, 2016)	Material	<i>Asphalt Concrete</i>	<i>Aggregate base</i>	Sirtu	<i>Subgrade</i>
	Tebal (mm)	127	203,2	1405,4	6,50%
Hasil Anis, 2016 (Metode Empiris)	Material	<i>Asphalt Concrete</i>	<i>Aggregate base</i>	Sirtu	<i>Subgrade</i>
	Tebal (mm)	152,4	368,3	825,5	6%
Hasil Anis, 2016 (Metode Mekanistik)	Material	<i>Asphalt Concrete</i>	<i>Aggregate base</i>	Sirtu	<i>Subgrade</i>
	Tebal (mm)	127	457,2	944,4	6%
Hasil Analisis FAARFIELD	Material	<i>Asphalt Concrete</i>	<i>Cement Treated Base</i>	Sirtu	<i>Subgrade</i>
	Tebal (mm)	200	127	487,9	6%

Nilai PCN untuk metode ICAO sebesar $89 <$ nilai ACN sebesar $89,3$. Pada syarat dalam penentuan nilai ACN dan PCN seharusnya $PCN \geq ACN$. Namun, kenyataannya saat dibandingkan dengan nilai PCN dengan metode ICAO bahwa hasilnya tidak memenuhi syarat. Dalam hal ini, data PCN dengan metode ICAO hanya sebagai hasil analisis saja. Penentuan dalam perencanaan perkerasan landasan pacu di bandar udara, baik perkerasan lentur maupun perkerasan kaku, nilai ACN tidak diperkenankan melewati nilai PCN yang ada. Karena, nilai PCN dan ACN amat esensial untuk memahami kapabilitas perkerasan terhadap pesawat yang bekerja. Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa itu merupakan tabulasi

resume dari hasil analisis dan data pembandingan yang diklasifikasikan atas material yang digunakan serta tebal perkerasan pada masing-masing lapisan.

4.4 Parameter Biaya Konstruksi Struktur Perkerasan Landas Pacu

Parameter hasil rancangan struktur landas pacu BIJB Kertajati ialah tebal struktur perkerasan yang dianalisis dengan memperhitungkan biaya konstruksi struktur perkerasan landas pacu yang berpedoman pada Peraturan Menteri nomor 78 tahun 2014 mengenai standar biaya di lingkungan Kementerian Perhubungan. Berikut, pada Tabel 7 merupakan salah satu cara menghitung Biaya Konstruksi dari Hasil Analisis *FAARFIELD*. Biaya konstruksi yang telah diperhitungkan untuk seluruh metode seperti dapat dilihat pada Tabel 8 yakni analisis biaya konstruksi dengan hasil anggaran ergonomis pada hasil analisis tebal *FAARFIELD*.

Tabel 7. Biaya Konstruksi dari Hasil Analisis *FAARFIELD*

Kegiatan	Unit	Volume	Harga Satuan	Jumlah
Pekerjaan Pendahuluan				
Direksi Keet	ls	0		
Mobilisasi dan demobilisasi	ls	0		
Pembersihan	m ²	1	14.280,92	14.280,92
Pengukuran	m ²	1	4.289,79	4.289,79
Pekerjaan Konstruksi Perkerasan Baru				
Hasil <i>FAARFIELD</i>				
Sirtu (<i>subbase</i>) Tebal 487,9 mm	m ²	1	86.287,96	561.331,94
Lapisan CTBC (<i>base</i>) Tebal 127 mm	m ²	1	289.167,37	489.656,75
<i>Prime Coating</i> AC 60/70 (lapis resap pengikat)	m ²	1	39.359,19	39.359,19
Lapisan Aspal Beton, AC (<i>surface</i>) Tebal 200 mm	m ²	1	263.848,58	703.596,21
Harga/m ² (Rp)				1.812.514,80

Tabel 8. Analisis Biaya Konstruksi

Metode	Biaya Konstruksi (Rp)
Kondisi Eksisting	475.237.199.040,00
COMFAA (Putri, 2016)	453.983.763.206,00
Metode Empiris (Anis, 2016)	408.548.557.308,00
Metode Mekanistik (Anis, 2016)	448.626.634.838,00
Hasil Analisis <i>FAARFIELD</i>	326.252.664.418,00

Dalam penelitian ini diketahui bahwa perhitungan menggunakan metode *Advisory Circular (AC) No.150/5320-6E* yang menggunakan perangkat lunak *Federal Aviation Administration and Flexible Iterative Elastic Layer Design (FAARFIELD)*. Total ketebalan dari hasil analisis menggunakan perangkat lunak *FAARFIELD* didapat tebal lapisan perkerasan lentur sebesar 814,9 mm. Evaluasi ketebalan perkerasan landas pacu dikalkulasi dengan 2 nilai yaitu nilai PCN dan ACN. Evaluasi ketebalan dengan nilai PCN menggunakan metode ICAO dan metode FAA AC 150/5335-5C yang menggunakan perangkat lunak COMFAA. Didapat nilai PCN terbesar ialah metode FAA sebesar 101,4/F/C/X/T sedangkan metode ICAO sebesar 89/F/C/X/T. Evaluasi nilai ACN terbesar pada jenis pesawat B777-300 ER sebesar 89,3. Sesuai syarat bahwa nilai PCN > ACN. Didapatlah nilai PCN 101,4/F/C/X/T > nilai ACN sebesar 89,3. Hal ini dinyatakan bahwa perkerasan landas pacu BIJB benar-benar aman digunakan untuk operasional pesawat hingga 20 tahun mendatang. Hasil analisis biaya total struktur perkerasan landas pacu yang telah diperhitungkan untuk konstruksi perkerasan yang ergonomis yakni hasil dari *FAARFIELD* dengan biaya sebesar Rp. 326.252.664.418,00.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berlandaskan hasil analisis didapat simpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis *FAARFIELD* sebagai analisis tebal lapisan struktur perkerasan lentur BIJB Kertajati dengan tebal total didapat sebesar 814,9 mm dengan tebal lapisan permukaan (*surface*) sebesar 200 mm, lapisan fondasi (*base course*) sebesar 127 mm, lapisan fondasi bawah (*subbase course*) sebesar 487,9 mm, dan lapisan tanah dasar (*subgrade*) CBR 6%. Hasil evaluasi nilai ACN-PCN memenuhi syarat ketentuan untuk desain umur rencana 20 tahun. Dengan nilai PCN untuk metode FAA sebesar 101,4/F/C/X/T > Nilai ACN sebesar 89,3.
2. Dari hasil perbandingan total biaya 5 jenis bahasan, yaitu hasil eksisting, hasil analisis COMFAA (Putri, 2016), metode empiris (Anis, 2016), metode mekanistik (Anis, 2016), dan hasil analisis *FAARFIELD* ternyata hasil dari tebal analisis *FAARFIELD* menunjukkan biaya total yang terendah.

5.2 Saran

1. Saran dalam penelitian tambahan untuk melengkapi hasil penelitian ini dengan melaksanakan analisis jika lapisan permukaan menggunakan perkerasan kaku.

2. Menganalisis dengan metode lain seperti metode *Portland Cement Association* (PCA) dasan metode *asphalt institute*.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Anis, M., 2016, Analisis Perbandingan Metode Empiris Dan Metode Mekanistik Dalam Perancangan Landasan Bandar Udara (Studi Kasus Bandar Udara Kertajati – Majalengka), Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, Kementerian Perhubungan.
2. Brill, D., 2016, Updates To FAA Advisory Circular 150/5320-6, Federal Aviation Administration.
3. Company, 2016, Bandar Udara Internasional Jawa Barat, BIJB, In BIJB Airport And Aerocity.
4. Horronjeff, R. F. ., 1988, Perencanaan Dan Perancangan Bandar Udara. Edisi Ke-3. Jakarta: Terjemahan Oleh: Erlangga.
5. ICAO, 2016, International Civil Aviation Organization.
6. Basuki, H., 1986, Merancang, Merencana Lapangan Terbang.
7. Perhubungan, M. (2014). Standar Biaya di Lingkungan Kementerian Perhubungan. Menteri Perhubungan Republik Indonesia NOMOR. PM 78 TAHUN 2014 (p. 190). Jakarta: Menteri Perhubungan.
8. Putri, N. A. (2016). Analisis Kekuatan Perkerasan Landas Pacu Bandar Udara Internasional Jawa Barat Dengan Perangkat Lunak COMFAA. Tugas Akhir Universitas Kristen Maranatha.
9. Susilo, B.H., 2014, Dasar-dasar Rekayasa Transportasi, Universitas Trisakti, Jakarta.
10. U.S. Department Of Transportation Federal Aviation Administration, 2016, Airport Pavement Design And Evaluation, Federal Aviation Administration AC 150/5320-6f.