

**PERENCANAAN *OVERLAY* UNTUK PENINGKATAN PCN
TAXIWAY CHARLIE DAN *DELTA* GUNA MELAYANI PESAWAT
A330 DENGAN BEBAN MTOW DI BANDAR UDARA
SYAMSUDIN NOOR BANJARMASIN
KALIMANTAN SELATAN**

Andika Ravif Firman Hakim¹, Fahrur Rozi², Siti Fatimah³
Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236
Email: andikarafif6@gmail.com

Abstrak

Bandar Udara Syamsudin Noor adalah bandar udara yang melayani wilayah Banjarbaru di Kalimantan Selatan, Indonesia. Dengan kondisi *taxiway* saat ini, pesawat A330-300 karena keterbatasan kekuatan perkerasan (PCN) *taxiway charlie* dan *delta*. Akibatnya, penerbangan haji ke Jeddah, Arab Saudi harus transit terlebih dahulu di Aceh untuk pengisian bahan bakar. Perencanaan ini bertujuan menghitung kebutuhan tebal *overlay* peningkatan PCN agar memenuhi syarat operasional pesawat A330-300. Perhitungan dilakukan menggunakan metode FAA melalui perhitungan Manual dan *software* FAARFIELD 2.1 serta menghitung nilai PCN melalui *software* COMFAA 3.0 dengan input data berupa nilai CBR tanah dasar, pesawat rencana, dan pergerakan tahunan. Dan sesuai hasil perhitungan maka diperoleh kebutuhan *overlay* 10 cm untuk *taxiway charlie* (PCN 75) dan 19 cm untuk *taxiway delta* (PCN 70), yang cukup untuk menopang pesawat A330-300 (ACN 61). Dengan biaya pelaksanaan yang diperoleh dari perhitungan RAB untuk pekerjaan *overlay taxiway charlie* dan *delta* sebesar Rp10.449.400.000.

Kata Kunci: Bandar Udara, *Taxiway*, *Overlay*, RAB, *Software* FAARFIELD 2.1 dan COMFAA 3.0

Abstract

Syamsudin Noor Airport is an airport serving the Banjarbaru area in South Kalimantan, Indonesia. With the current taxiway conditions, A330-300 aircraft due to the limited pavement strength (PCN) of taxiways Charlie and Delta. As a result, Hajj flights to Jeddah, Saudi Arabia must transit first in Aceh for refueling. This planning aims to calculate the need for overlay thickness to increase PCN to meet the operational requirements of the A330-300 aircraft. The calculation was carried out using the FAA method through Manual calculations and FAARFIELD 2.1 software and calculating the PCN value through COMFAA 3.0 software with data input in the form of CBR values of the base soil, the planned aircraft, and annual movements. And according to the calculation results, the overlay requirement is 10 cm for taxiway Charlie (PCN 75) and 19 cm for taxiway Delta (PCN 70), which is sufficient to support the A330-300 aircraft (ACN 61). With the implementation costs obtained from the RAB calculation for the Charlie and Delta taxiway overlay work amounting to IDR 10,449,400,000.

Keywords: Airport, *Taxiway*, *Overlay*, RAB, FAARFIELD 2.1 and COMFAA 3.0 Software

PENDAHULUAN

Bandar Udara Syamsudin Noor (IATA: BDJ, ICAO: WAOO) adalah bandar udara yang melayani wilayah Banjarbaru di Kalimantan Selatan, Indonesia. Terletak disebelah utara Jalan Jend. Ahmad Yani Km 25 Kelurahan Syamsudin Noor, Kecamatan Landasan Ulin, Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Tepatnya pada posisi koordinat 03 270 S 114 450 E atau 30 km sebelah tenggara dari pusat Kota Banjarmasin, kota terbesar di Kalimantan, dan terletak 10kilometer barat dari pusat Kota Banjarbaru.

Bandar Udara Syamsudin Noor memiliki satu landas pacu berukuran 2.500 x 45meter dengan arah 10–28 dan permukaan aspal bernilai PCN 68 F/B/X/T, serta melayani pesawat kritis A330-300. Fasilitas sisi udara lainnya mencakup empat *taxiway*: *Alpha* (224,8 x 23 m) dan *Bravo* (96,5 x 23 m) dengan permukaan aspal dan PCN 36 F/B/X/T, serta *Charlie* dan *Delta* (masing-masing 228,5 x 23 m) dengan permukaan rigid dan nilai PCN 52 dan 45 R/B/X/T. Bandara ini juga dilengkapi dua *apron*, yaitu *West Apron* dan *East Apron*.

Bandar Udara Syamsudin Noor merupakan embarkasi haji tersibuk di Indonesia, melayani jamaah dari Kalimantan Selatan dan Tengah. Terminal haji yang terletak disebelang bandara dibangun untuk mendukung operasional, dan saat ini bandara terus dikembangkan menjadi gerbang modern bagi keberangkatan haji di Kalimantan.

Kondisi *taxiway* saat ini hanya memungkinkan pesawat A330-300 menggunakan *Taxiway Charlie* tanpa beban maksimum (MTOW), karena nilai PCN belum memenuhi syarat. Hal ini merugikan maskapai, Angkasa Pura, dan pemerintah karena tidak dapat melayani penerbangan haji secara optimal, sejauh ini pihak maskapai serta Angkasa Pura melayani pesawat haji

A330 dengan mengurangi beban pesawat yaitu pengurangan bahan bakar serta pengurangan kapasitas penumpang dan bagasinya. Kondisi ini memaksa pesawat tujuan Jeddah, Arab saudi harus transit terlebih dahulu di Aceh untuk mengisi bahan bakar.

Mengingat peruntukan Bandar Udara Syamsudin Noor dapat melayani penerbangan langsung ke Jeddah atau Madinah, maka direncanakan pesawat terkritis A330-300 dengan beban MTOW beroperasi pada *Taxiway Charlie* dan *Delta*. Dengan ini direncanakan perbaikan peningkatan kemampuan perkerasan PCN pada *taxiway* supaya dapat memenuhi persyaratan operasional beban maksimum pesawat rencana haji A330-300 di Bandar Udara Syamsudin Noor Banjarmasin.

Dari uraian yang telah dijelaskan di atas maka penulis menuangkan dalam bentuk tugas akhir dengan judul:

“PERENCANAAN *OVERLAY* UNTUK PENINGKATAN PCN *TAXIWAY CHARLIE* DAN *DELTA* GUNA MELAYANI PESAWAT A330 DENGAN BEBAN MTOW DI BANDAR UDARA SYAMSUDIN NOOR BANJARMASIN”

TINJAUAN PUSTAKA

A. LANDASAN TEORI

Beberapa teori yang dijadikan acuan pada penulisan proyek akhir ini berkaitan dengan masalah yang akan dibahas, yaitu PERENCANAAN *OVERLAY* UNTUK PENINGKATAN PCN *TAXIWAY CHARLIE* DAN *DELTA* GUNA MELAYANI PESAWAT A330 DENGAN BEBAN MTOW DI BANDAR UDARA SYAMSUDIN NOOR BANJARMASIN. Adapun acuan teori dan ketentuan-ketentuan yang akan digunakan sebagai landasan teori adalah sebagai berikut :

1. Landas Hubung (Taxiway)

Menurut PR 21 Tahun 2023, *taxiway* adalah jalur yang digunakan untuk Pesawat Udara melakukan taxi dan ditunjukan untuk menjadi penghubung antara satu bagian *Aerodrome* daratan dengan lainnya, termasuk antara lain:

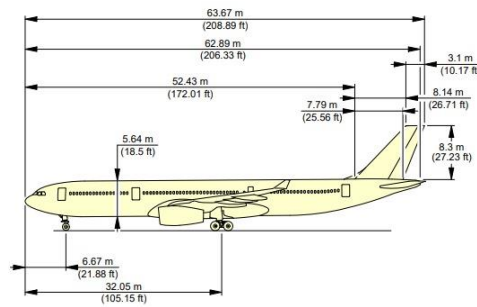
- a. *Aircraft Stand taxilane*. Bagian dari *Apron* dirancang sebagai *taxiway* dan diperuntukkan untuk memberikan akses hanya ke pesawat udara yang sedang berhenti.
- b. *Apron Taxiway*. Bagian dari system *taxiway* terletak di *apron* dan diperuntukkan untuk memberikan rute taxi melintasi *apron*.
- c. *Rapid exit Taxiway*. *Taxiway* terhubung dengan *runway* pada sebuah sudut lancip dan dirancang untuk memungkinkan pesawat udara yang mendarat untuk berbelok pada kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan jalan keluar *taxiway* lainnya dan karenanya bisa meminimalkan waktu penggunaan *runway*.

2. Karakteristik Pesawat Udara Rencana

Sebelum merencanakan sebuah Bandar Udara, perlu diketahui spesifikasi umum pesawat udara. Jika perkerasan dilalui berbagai tipe pesawat, maka perancangannya didasarkan pada pesawat udara rencana.

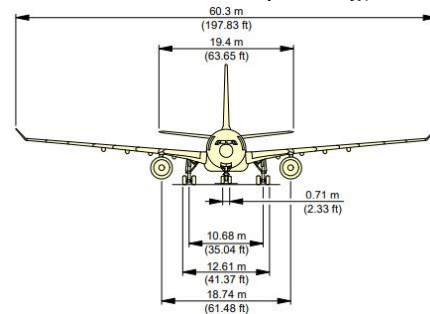
Seperti halnya dalam karakteristik pesawat rencana kritis yang berpengaruh langsung terhadap penentuan tebal perkerasan yang digunakan, keadaan tanah dasar yang mempengaruhi jenis konstruksi yang akan digunakan, serta juga traffic dari penerbangan yang beroperasi. Dalam penelitian ini penulis menggunakan pesawat rencana A330-300 sebagai pesawat rencana terkritis di Bandar Udara Syamsudin Noor.

Berikut ini spesifikasi dan gambar rincian dimensi pesawat A330-300.



Gambar 1 Pesawat Airbus A330-300 Tampak Samping

(Sumber : Airbus, 2023 Aircraft characteristics airport and maintenance planning)



Gambar 2 Pesawat Airbus A330-300 Tampak Depan
(Sumber : Airbus, 2023 Aircraft characteristics airport and maintenance planning)

3. Lapis Tambah (Overlay)

Menurut Pedoman Kementerian pekerjaan umum nomor T-05-2005-B Tentang Perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan metoda lendutan yaitu Pekerjaan lapis tambahan (*overlay*) adalah lapis perkerasan tambahan yang dipasang di atas konstruksi perkerasan yang ada dengan tujuan meningkatkan kekuatan struktur perkerasan yang ada agar dapat melayani lalu lintas yang direncanakan selama kurun waktu yang akan datang.

Overlay dilakukan sebagai usaha untuk memperbaiki kondisi fungsional dan struktural perkerasan. Kerusakan fungsional akan mempengaruhi kualitas pelayanan perkerasan, seperti gangguan kerataan, permukaan yang berlubang, bergelombang, amblas, dan lain – lain.

Kerusakan struktural adalah kondisi struktur perkerasan akan mengalami

penurunan kemampuan dalam mendukung beban lalu lintas, termasuk perkerasan yang kurang tebal dan beberapa tipe kerusakan, seperti retak, distorsi, dan disintegrasasi. Evaluasi struktur perkerasan diperlukan sebelum dilakukan rehabilitasi.

B. *Equivalent Annual Departure*

Menurut KP 93 Tahun 2015 tentang Pedoman Perhitungan PCN (*Pavement Classification Number*) Perkerasan Prasarana Bandar Udara. Menghitung ekuivalen *annual departure* pesawat kritis. Ketika pesawat yang beroperasi di suatu bandar udara terdiri dari berbagai jenis pesawat dengan berbagai tipe roda pendaratan (*landing gear*) dan berbagai variasi beban, efek pesawat tersebut terhadap perkerasan dihitung berdasarkan pesawat terkritis atau dalam desain pesawat desain. Perhitungan ekuivalen *annual departure* dilakukan dengan mengkonversi *landing gear* semua pesawat yang beroperasi ke pesawat kritis.

Berikut adalah tipe-tipe roda pendaratan pesawat udara beserta faktor pengalinya ke setiap jenis roda pendaratan pesawat yang lain, dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1 Daftar Konversi Tipe Roda Pendaratan Pesawat

Konversi dari	Ke	Faktor pengali keberangkatan
<i>Single wheel</i>	<i>Dual wheel</i>	0,8
<i>Single wheel</i>	<i>Dual tandem</i>	0,5
<i>Dual wheel</i>	<i>Dual tandem</i>	0,6
<i>Double dual wheel</i>	<i>Dual tandem</i>	1,00
<i>Dual tandem</i>	<i>Single wheel</i>	2,00
<i>Dual tandem</i>	<i>Dual wheel</i>	1,70
<i>Dual wheel</i>	<i>Single wheel</i>	1,30
<i>Double dual tandem</i>	<i>Dual wheel</i>	1,70

Selanjutnya akan menentukan berapa tebal perkerasan yang mampu melayani berat seluruh pesawat itu. Perhitungan *Equivalent Annual Departure* diperhitungkan sebagai berikut:

1. Nilai dari *equivalent annual departure* masing-masing pesawat didapat dari *Maximum Take Off Weight* (MTOW) yang terdapat pada masing-masing aircraft performance tipe pesawat.
2. Beban roda pesawat yang beroperasi di Bandar Udara Syamsudin Noor Banjarmasin – Kalimantan Selatan
3. Beban roda pesawat rencana dipilih dengan cara mencari nilai yang paling tinggi dari beban roda pesawat yang beroperasi.
4. *Annual Departure* adalah jumlah keberangkatan tahunan pesawat.
5. Menghitung *equivalent annual departure* pesawat rencana dengan cara:

$$\log R1 = (\log R2) \times \left(\frac{W2}{W1}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Dimana:

R1 = *Equivalent annual departure* pesawat rencana

R2 = *Annual departure* yang dikonversi ke pesawat rencana

W1 = Beban roda pesawat rencana

W2 = Beban roda pesawat yang dikonversi ke pesawat rencana

Perhitungan *Equivalent Annual Departure* ini didasarkan pada KP 93 Tahun 2015 – Tentang *Pedoman Perhitungan PCN Perkerasan Prasarana Bandar Udara*

C. Metode FAA Manual

Metode KP 93 Tahun 2015 adalah prosedur mendesain tebal struktur perkerasan lentur maupun kaku dengan cara manual atau tidak menggunakan aplikasi. Penghitungan tebal struktur perkerasan mengacu dengan tabel grafik yang ada pada KP 93 Tahun 2015.

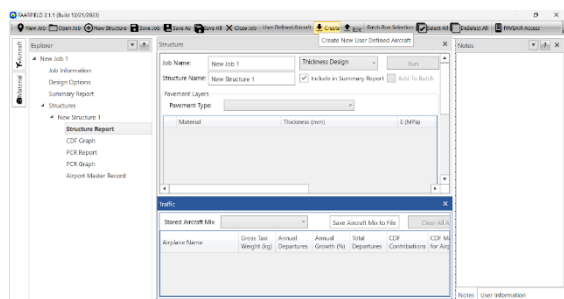
Dalam penghitungan tebal struktur perkerasan ini menggunakan grafik perencanaan struktur perkerasan *rigid* sesuai dengan masalah yang ada yaitu perencanaan *overlay taxiway charlie* dan *delta* pada Bandar Udara Syamsudin Noor Banjarmasin.

Tahapan dari perhitungan manual FAA yaitu :

1. Menentukan Nilai CBR eksisting
2. Menentukan pesawat terkritik
3. Menghitung *Wheel Load*
4. Menghitung *Equivalen Annual Departure*
5. Plotting grafik tebal perkerasan
6. Menghitung tebal setiap lapisan

D. Metode FAA Software (FAARFIELD)

Metode FAA 150/5320-6F yang menggunakan *software* FAARFIELD (*Federal Aviation Administration Rigid and Flexible Iterative Elastic Layered Design*) merupakan suatu program komputer untuk mendesain tebal perkerasan lentur maupun kaku pada landasan pacu bandar udara. Prosedur perhitungan dan desain ketebalan dalam program ini berdasarkan metode FAA 150/5320-6E. Tampilan *software* FAARFIELD



Gambar 3 Tampilan Utama Jendela FAARFIELD 2.1

E. Metode COMFAA

Penentuan nilai PCN menggunakan program COMFAA ini mengikuti prinsip dan prosedur yang secara rinci tertera dalam standar terbaru yang diterbitkan oleh FAA

pada tahun 2014 yaitu Advisory Circular/AC 150/5335-5C. Program COMFAA adalah suatu program komputer dengan tujuan untuk melakukan perhitungan *Aircraft Classification Number* (ACN) dan perhitungan *pavement classification number* (PCN). Program COMFAA dikembangkan dengan konsep *Cummulative Damage Factor* (CDF), yaitu dengan menghitung efek gabungan dari beberapa pesawat (gabungan pesawat) yang beroperasi di Bandar Udara.

F. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

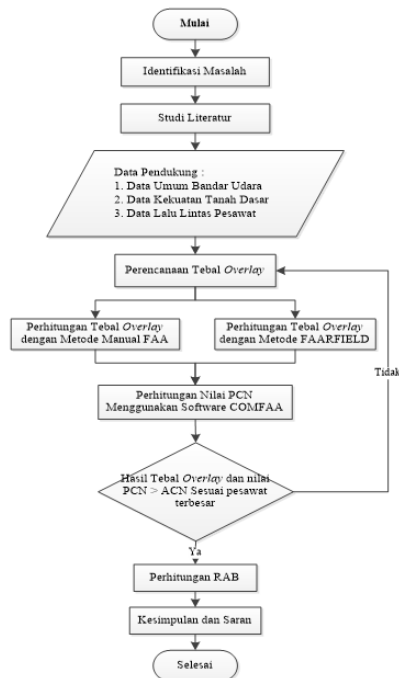
Dalam merencanakan *Overlay taxiway* di Bandar Udara Syamsudin Noor Banjarmasin ini diperlukan adanya perhitungan mengenai Rencana Anggaran Biaya. Hal ini berfungsi agar penggunaan dana yang dibutuhkan sesuai dengan jumlah kebutuhan perencanaan tersebut. RAB berfungsi untuk menetapkan jumlah total biaya pekerjaan yang menguraikan masing – masing item pekerjaan yang dibangun.

Dalam penelitian ini untuk merencanakan Rencana Anggaran Biaya (RAB), penulis berpedoman pada Peraturan Walikota Banjarbaru Nomor 19 Tahun 2024 Tentang Standar Harga Satuan Daerah Tahun Anggaran 2025 dan Peraturan Menteri 78 Tahun 2014 tentang Standar Biaya di Lingkungan Kementerian Perhubungan.

METODE PENELITIAN

A. Bagan Alur Penelitian

Proses serta tahapan-tahapan dari penyusunan proyek akhir ini dibuat dalam sebuah bagan alur seperti tampak pada gambar berikut:



Gambar 4 Bagan Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Pesawat Terkritis

Pesawat udara memiliki beberapa konfigurasi roda pesawat, setiap jenis roda pesawat mempunyai pembebanan yang berbeda, dan sangat mempengaruhi terhadap kondisi perkerasan. Semakin besar beban yang melewati perkerasan dengan masing masing beban dari pesawat tersebut di bagi ke setiap roda pendaratan akan berpengaruh besar, apabila semakin banyak roda dari pesawat maka semakin banyak juga beban yang dibagi dari pesawat udara itu dan begitu juga sebaliknya jika beban pesawat dibagi dengan roda pendaratan yang lebih sedikit akan lebih besar merusak perkerasan.

Untuk roda pendaratan utama yaitu yang ada pada badan pesawat adalah 95% karena *main landing gear* pada pesawat merupakan tumpuan utama dari beban pesawat dan *nose gear* menampung beban sebanyak 5% dari beban pesawat.

Berikut merupakan jenis pesawat yang beroperasi di Bandar Udara Syamsudin Noor

Banjarmasin beserta tipe roda dan MTOW nya:

Tabel 2 Jenis pesawat beserta tipe roda dan MTOW

Pesawat Udara	Tipe Roda	Annual Departure	MTOW (kg)
ATR 72-600	Dual wheel	2133	22800
B 737-200	Dual wheel	96	52390
B 737-300	Dual wheel	1549	56470
B 737-400	Dual wheel	46	62820
B 737-500	Dual wheel	279	52390
B 737-800	Dual wheel	1583	70530
B 737-900	Dual wheel	2937	79000
F 28	Dual wheel	5	43390
C 295	Dual wheel	5	23200
C 208	Single wheel	415	3900
C 212	Single wheel	41	8000
A 320	Dual wheel	1505	73500
A 322	Dual wheel	1380	78000
A 330-300	Dual Tandem	31	233000

Kemudian selanjutnya, dapat dihitung beban setiap roda dari pesawat yang beroperasi, yaitu dengan cara:

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

- A 330-300, $\text{Wheel Load} = 0,95 \times 233.000 \times \frac{1}{8} = 27.668,7 \text{ kg}$
- B 737-900, $\text{Wheel Load} = 0,95 \times 79.000 \times \frac{1}{4} = 18.762,5 \text{ kg}$
- ATR 72-600, $\text{Wheel Load} = 0,95 \times 22.800 \times \frac{1}{4} = 5.415 \text{ kg}$
- B 737-200, $\text{Wheel Load} = 0,95 \times 52.390 \times \frac{1}{4} = 12.442,6 \text{ kg}$
- B 737-300, $\text{Wheel Load} = 0,95 \times 56.470 \times \frac{1}{4} = 13.411,6 \text{ kg}$
- B 737-400, $\text{Wheel Load} = 0,95 \times 62.820 \times \frac{1}{4} = 14.919,7 \text{ kg}$
- B 737-500, $\text{Wheel Load} = 0,95 \times 52.390 \times \frac{1}{4} = 12.442,6 \text{ kg}$
- B 737-800, $\text{Wheel Load} = 0,95 \times 70.530 \times \frac{1}{4} = 16.750,8 \text{ kg}$
- F 28, $\text{Wheel Load} = 0,95 \times 43.390 \times \frac{1}{4} = 10.305 \text{ kg}$
- C 295, $\text{Wheel Load} = 0,95 \times 23.200 \times \frac{1}{4} = 5.510 \text{ kg}$

- C 208, $Wheel\ Load = 0,95 \times 3.900 \times \frac{1}{2} = 1.852,5\text{ kg}$
- C 212, $Wheel\ Load = 0,95 \times 8.000 \times \frac{1}{2} = 3.800\text{ kg}$
- A 320, $Wheel\ Load = 0,95 \times 73.500 \times \frac{1}{4} = 17.456\text{ kg}$
- A 320 200, $Wheel\ Load = 0,95 \times 78.000 \times \frac{1}{4} = 18.525\text{ kg}$

Dari perhitungan di atas dapat dilihat bahwa pesawat jenis A 330-300 memiliki beban roda terberat dengan berat **27.668,7 kg**. Maka didapat kesimpulan bahwa pesawat A 330-300 menjadi pesawat terkritis di Bandar Udara Syamsudin Noor Banjarmasin.

B. Perhitungan *Equivalent annual departure*

Semua keberangkatan tahunan pesawat udara yang beroperasi di Bandar Udara Syamsudin Noor dikonversi kedalam jenis roda pendaratan yang sama yaitu kedalam roda pendaratan terkritis.

Perhitungan keberangkatan tahunan ekuivalen perlu dilakukan untuk memproyeksikan ke dalam grafik ketebalan ekuivalen perkerasan. Berikut Adalah perhitungan ekuivalen keberangkatan tahunan (R1) untuk pesawat yang beroperasi di Bandar Udara Syamsudin Noor dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 3 Perhitungan *Equivalent Annual Departure*

Jenis pesawat	Gear type			Annual Departure	Max. Take Off Weight (kg)	Annual Departure Konversi	Wheel Load	Wheel Load Pesawat Rencana	Equivalent Annual Departure
	Dari	ke	Konversi						
ATR 72-600	Dual Wheel	Dual Wheel	1	2133	22800	2133	5415	27.668,7	29,6
B 737-200	Dual Wheel	Dual Wheel	1	96	52390	96	12.442,6	27.668,7	44,2
B 737-300	Dual Wheel	Dual Wheel	1	1549	56470	1549	13.411,6	27.668,7	166,3
B 737-400	Dual Wheel	Dual Wheel	1	46	62820	46	14.919,7	27.668,7	16,6
B 737-500	Dual Wheel	Dual Wheel	1	279	52390	279	12.442,6	27.668,7	43,6
B 737-800	Dual Wheel	Dual Wheel	1	1583	70530	1583	16.750,8	27.668,7	308,6
B 737-900	Dual Wheel	Dual Wheel	1	2937	79.000	2937	18.762,5	27.668,7	717,3
F 28	Dual Wheel	Dual Wheel	1	5	43.390	5	10.305	27.668,7	2,7
C 295	Dual Wheel	Dual Wheel	1	5	23.200	5	5.510	27.668,7	2
C 208	Single Wheel	Dual Wheel	0,8	415	3900	332	1.852,5	27.668,7	5
C 212	Single Wheel	Dual Wheel	0,8	41	8000	32,8	3.800	27.668,7	3,6
A 320	Dual Wheel	Dual Wheel	1	1505	73500	1505	17.456	27.668,7	334
A322	Dual Wheel	Dual Wheel	1	1380	78000	1380	18.525	27.668,7	370,8
A 330-300	Dual Tandem	Dual Wheel	1,7	31	233.000	52,7	27.668,7	27.668,7	52,7
TOTAL				11.995					2.096,2
W2				Wheel load dihitung dengan menganggap 95% ditumpu oleh pendaratan utama, dual wheel mempunyai 4 roda maka MTOW x 0,95 x 1/4					
W1				Wheel load pesawat terkritis terbesar					
R1				$\log R1 = 10 \log R2 \left(\frac{W2}{W1} \right)^{0,5}$					

Rumus mencari R1

$$R1 = 10^{\log R2 \times \left(\frac{W2}{W1} \right)^{0,5}}$$

- A 330-300 $R1 = 10 \log 52,7 \times \left(\frac{27.668,7}{27.668,7} \right)^{0,5} = 52,7$
- B 737-900 $R1 = 10 \log 2937 \times \left(\frac{18.762,5}{27.668,7} \right)^{0,5} = 717,3$
- ATR 72-600 $R1 = 10 \log 2133 \times \left(\frac{5.415}{27.668,7} \right)^{0,5} = 29,6$
- B 737-200 $R1 = 10 \log 96 \times \left(\frac{12.442,6}{27.668,7} \right)^{0,5} = 44,2$
- B 737-300 $R1 = 10 \log 1549 \times \left(\frac{13.411,6}{27.668,7} \right)^{0,5} = 166,3$
- B 737-400 $R1 = 10 \log 46 \times \left(\frac{14.919,7}{27.668,7} \right)^{0,5} = 16,6$
- B 737-500 $R1 = 10 \log 279 \times \left(\frac{12.442,6}{27.668,7} \right)^{0,5} = 43,6$
- B 737-800 $R1 = 10 \log 1583 \times \left(\frac{16.750,8}{27.668,7} \right)^{0,5} = 308,6$
- F 28 $R1 = 10 \log 5 \times \left(\frac{10.305}{27.668,7} \right)^{0,5} = 2,7$
- C 295 $R1 = 10 \log 5 \times \left(\frac{5.510}{27.668,7} \right)^{0,5} = 2$
- C 208 $R1 = 10 \log 332 \times \left(\frac{1.852,5}{27.668,7} \right)^{0,5} = 5$
- C 212 $R1 = 10 \log 32,8 \times \left(\frac{3.800}{27.668,7} \right)^{0,5} = 3,6$
- A 320 $R1 = 10 \log 1505 \times \left(\frac{17.456}{27.668,7} \right)^{0,5} = 334$
- A 320 200 $R1 = 10 \log 1380 \times \left(\frac{18.525}{27.668,7} \right)^{0,5} = 370,8$

Setelah didapat R1 dari masing-masing pesawat selanjutnya adalah menjumlahkan total sehingga didapat total *equivalent annual departure* untuk keseluruhan pesawat yaitu sebesar **2.096**.

C. Perhitungan Tebal Perkerasan Metode FAA Manual

a. Subgrade (Tanah Dasar)

Pada perencanaan perkerasan kaku diperlukan nilai modulus pondasi. Nilai modulus pondasi ini dapat dinyatakan sebagai modulus reaksi tanah dasar (k), dimana hasilnya nanti akan di plot ke grafik tebal subbase yang terdapat dalam KP 93 Tahun 2015. Rumus untuk mengonversi nilai CBR ke nilai modulus reaksi tanah dasar adalah sebagai berikut:

$$k = \left(\frac{1500 \times \text{CBR}}{26} \right)^{0,7788}$$

k = Modulus reaksi tanah dasar

Untuk daya dukung tanah sendiri didapatkan ketika penulis melaksanakan praktek kerja atau *On the job training* di Bandar Udara Syamsudin Noor Banjarmasin. Berdasarkan hasil tes CBR yang dilakukan oleh pihak bandar udara di peroleh keterangan tentang CBR tanah sebesar 7%. Maka didapat rumus untuk mengonversi nilai CBR ke nilai modulus reaksi tanah dasar sebagai berikut:

$$k = \left(\frac{1500 \times 7}{26} \right)^{0,7788}$$

$$k = 107,08 \text{ pci} = 107 \text{ pci}$$

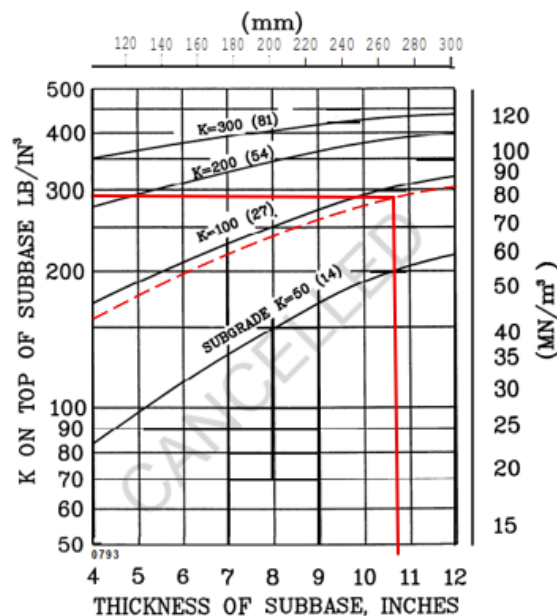
b. Grafik perhitungan tebal subbase (Pondasi bawah)

Setelah didapatkan nilai modulus reaksi tanah dasar (k), yaitu $k = 107 \text{ pci}$, maka tebal subbase dapat ditentukan dengan plotting pada grafik tebal subbase. Menurut SE 7 Tahun 2014 syarat nilai CBR subbase $\geq 25\%$, maka digunakan CBR subbase sebesar 25%. Nilai K subbase adalah:

$$k = \left(\frac{1500 \times 25}{26} \right)^{0,7788}$$

$$k = 288,58 \text{ pci} = 289 \text{ pci}$$

Proyeksi nilai k subgrade = 107 pci dan k subbase = 289 pci pada grafik dapat dilihat pada gambar grafik yang diambil dari AC No: 150/5320-6D berikut ini:



Gambar 5 Grafik perhitungan tebal subbase (Sumber: FAA, Advisory Circular 150/5320-6D)

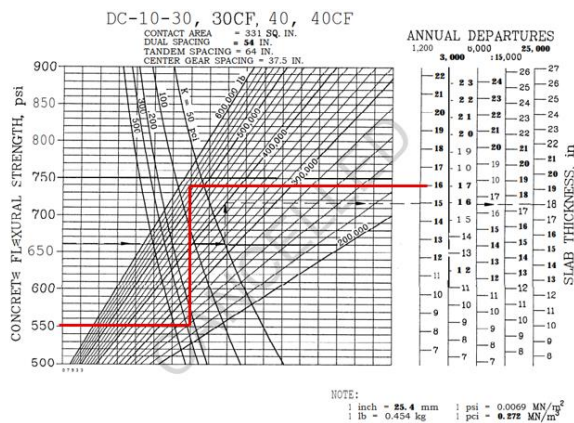
Didapatkan, tebal subbase minimum adalah 10,7inch atau 27 cm.

c. Penentuan *stabilized base*

Lapisan ini diperlukan untuk semua perkerasan kaku baru yang dirancang untuk mengakomodasi pesawat dengan berat 100.000pound atau lebih (AC 150/5320-6D). Dipilih *cement treated base course* dengan tebal rencana 5 inch.

d. Grafik perhitungan tebal slab beton

Untuk menentukan perencanaan tebal slab beton / pelat beton pada perkerasan rigid maka perlu dilakukan proyeksi beberapa nilai ke grafik perhitungan tebal slab beton. Nilai *flexural strength* direncanakan adalah 550 psi atau sama dengan mutu beton K 350. Cara tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 6 Grafik perhitungan tebal slab beton
(Sumber: FAA, Advisory Circular 150/5320-6D)

Dengan menggunakan cara tersebut, maka didapatkan tebal slab beton / pelat beton adalah 16inch atau 40,64 cm \approx 41 cm. Setelah dilakukan perhitungan rencana tebal perkerasan pada apron dengan daya dukung tanah dasar (CBR) 7% menggunakan cara-cara diatas maka didapatkan tebal perkerasan seperti berikut:

- Tebal *Subbase* = 27 cm ($k = 289$ pci)
- Tebal *stabilized base* = 13 cm
- Tebal slab beton = 41 cm ($f_s = 550$)

Rencana tebal perkerasan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4 Hasil Perhitungan Rencana Tebal Perkerasan dengan Metode Manual FAA

Lapisan	Tebal Perkerasan (in)	Tebal Perkerasan (cm)
Permukaan (<i>surface course</i>) slab beton	16	41
Pondasi atas distabilisasi (<i>stabilized base</i>)	5	13
Pondasi bawah (<i>subbase course</i>)	10,7	27
Total	31,7	81

e. Perhitungan kekuatan struktur menggunakan program COMFAA

Perhitungan kekuatan struktur menggunakan program COMFAA dengan memasukkan tebal perkerasan yang didapatkan dari *Spreadsheet* COMFAA serta memasukkan data operasional pesawat dan nilai k *subgrade* maka dihasilkan nilai PCN sebagai berikut.

Results Table 2. PCN Values

No. Aircraft Name	Critical Aircraft Total Equiv. Cows.	Thickness for Total Equiv. Cows.	Maximum Allowable Gross Weight	ACN Thick at Max. Allowable Gross Weight	PCN on B(80)
1 Dual Wheel 40	5,000,000	404.6	18,400	158.73	0.0000
2 Fokker-F-28-1000	5,000,000	403.6	31,096	192.99	0.0000
3 Citation-X	5,000,000	404.3	16,778	167.11	0.0000
4 A320-100	308,341	359.5	71,676	239.72	0.0188
5 A330-300 std	97,047	359.1	238,754	356.63	0.0021
6 A320-200 Twin std	141,444	359.4	77,611	312.70	0.0324
7 Citation-VI/VII	5,000,000	405.4	10,760	136.14	0.0000
8 Citation-525	5,000,000	406.8	4,847	95.76	0.0000
9 B737-900 ER	22,394	358.2	90,303	350.05	0.4585
10 B737-800	86,731	358.9	83,674	331.13	0.0948
11 B737-600	787,874	400.2	63,726	287.52	0.0012
12 B737-400	233,513	359.6	71,673	308.01	0.0007
13 B737-300	509,885	400.0	66,434	293.37	0.0097
14 Adv. B737-200	1,494,111	400.6	61,070	278.35	0.0002
Total CDF =					0.6174

Results Table 3. Rigid ACN at Indicated Gross Weight and Strength

No. Aircraft Name	Gross Weight Main Gear	% GW on Main Gear	Time Pressure	ACN Thick	ACN on B(80)
1 Dual Wheel 40	18,144	95.00	621	156.5	11.0
2 Fokker-F-28-1000	30,164	95.00	662	189.7	16.6
3 Citation-X	16,329	95.00	1,303	164.7	12.3
4 A320-100	68,400	94.00	1,380	232.1	62.3
5 A330-300 std	226,818	95.74	1,420	345.6	60.5
6 A320-200 Twin std	79,900	93.80	1,380	304.4	40.0
7 Citation-VI/VII	10,523	95.00	1,158	133.6	7.9

Gambar 7 Hasil nilai PCN perhitungan manual FAA

Hasil kalkulasi yang tertera menunjukkan struktur perkerasan memiliki nilai PCN 64 jadi nilai PCN > ACN ($64 > 61$). Nilai PCN ini memenuhi persyaratan dikarenakan nilai PCN lebih besar dibandingkan nilai ACN.

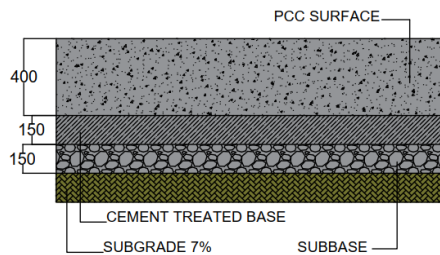
D. Perhitungan Tebal Perkerasan Metode FAARFIELD

1. Perencanaan Tebal Perkerasan Taxiway Charlie

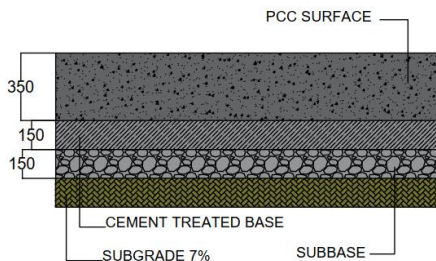
Untuk menentukan tebal *overlay taxiway charlie* ini menggunakan software FAARFIELD 2.1.1 berdasarkan data-data pergerakan tahunan semua jenis pesawat dan data eksisting *taxiway charlie* di Bandar Udara Syamsudin Noor.

Langkah penggunaan software FAARFIELD dapat dijabarkan sebagai berikut.

- 1) Dari menu *Startup*, pilih menu “*New Job*” dan tulis nama pekerjaan yang dilakukan, misalnya Project1.
- 2) Pilih “*Structure*” untuk melihat *layering* sistem perkerasannya.
- 3) Langkah selanjutnya yaitu pilih *pavement layers* dan *pavement type* kemudian klik “*HMA Overlay on Rigid*” lalu sesuaikan material dan tebalnya dengan tipe perkerasan dari eksisting data bandara yang sudah ada.



Gambar 8 Data Eksisting Tebal Perkerasan
Taxiway Charlie



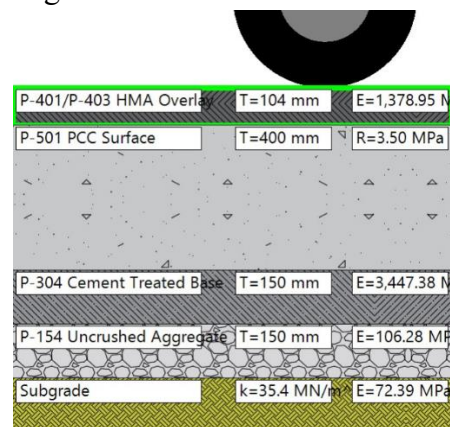
Gambar 9 Data Eksisting Tebal Perkerasan
Taxiway Delta

- 4) Lakukan input nilai CBR sebesar 7% untuk tanah dasar (*subgrade*) Bandar Udara Syamsudin Noor Banjarmasin, setelah dikonversi ke psi dengan rumus $CBR \times 1500$.
- 5) Kemudian masukkan *design life* (*year*) atau rencana tahun sebesar 20 tahun dan nilai SCI, CDFU sebesar 100.
- 6) Klik pada "Aircraft" untuk memasukkan data lalu lintas pesawat yang telah beroperasi di Bandar Udara Syamsudin Noor Banjarmasin.
- 7) Masukkan jumlah keberangkatan pesawat, jumlah pesawat, jumlah *annual departure*. Input data pesawat rencana ini menggunakan *annual departure* tahun 2023, lalu masukkan pada *software* FAARFIELD dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Traffic						
Stored Aircraft Mix		Save Aircraft Mix to File		Clear All Aircraft		
Airplane Name	Gross Taxi Weight (kg)	Annual Departures	Annual Growth (%)	Total Departures	CDF Contributions	CDF Max for Airplane
B737-200	52,617	96	0	1,920	0	0
B737-300	63,503	1,549	0	30,980	0	0
B737-400	68,266	46	0	920	0	0
B737-500	60,781	279	0	5,580	0	0
B737-800	79,242	1,583	0	31,660	0	0.04
B737-900 ER	85,366	2,937	0	58,740	0.02	0.42
Cessna Citation II/Bravo C55	6,804	415	0	8,300	0	0
Cessna Citation VI/VII	10,523	41	0	820	0	0
A320-200 std	73,900	1,380	0	27,600	0	0
A330-300 WV054	235,900	31	0	620	0.98	0.99
ATR 72-500	23,170	2,133	0	42,660	0	0
A319neo	75,900	1,505	0	30,100	0	0.01
Cessna Citation X	16,329	5	0	100	0	0
Fokker-F-28-1000/2000	29,483	5	0	100	0	0

Gambar 10 Input Data Pesawat pada *software* FAARFIELD *Taxiway Charlie*

- 8) Pilih menu "Design Struktur" untuk memulai analisis desain tebal perkerasan rigid. Hasil evaluasi ketebalan perkerasan *rigid* telah diperoleh menggunakan *software* FAARFIELD dan disajikan pada bagian berikut.



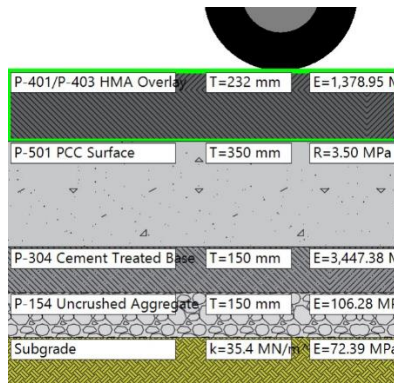
Gambar 11 Hasil Desain Tebal Minimum Overlay
Taxiway Charlie

Tabel 5 Hasil Susunan Perkerasan pada *Taxiway Charlie* Metode FAARFIELD

Layer	Tebal Perkerasan (mm)
Surface Course (P-401/P-403 HMA Overlay)	104
P-501 PCC Surface	400
P-304 Cement Treated Base	150
P-154 Uncrushed Aggregate	150
Subgrade (CBR 7%)	
TOTAL	804

2. Perencanaan Tebal Perkerasan *Taxiway Delta*

Berikut hasil tebal *overlay* minimum dari data eksisting perkerasan *taxiway delta* menggunakan *software* FAARFIELD 2.1.1



Gambar 12 Hasil Desain Tebal Minimum Overlay Taxiway Delta

Tabel 6 Hasil Susunan Perkerasan pada Taxiway Delta Metode FAARFIELD

Layer	Tebal Perkerasan (mm)
Surface Course (P-401/P-403 HMA Overlay)	232
P-501 PCC Surface	350
P-304 Cement Treated Base	150
P-154 Uncrushed Aggregate	150
Subgrade (CBR 7%)	
TOTAL	882

Tabel di atas menunjukkan hasil perhitungan menggunakan metode FAARFIELD 2.1.1, termasuk data ketebalan pada setiap lapisan (section) perkerasan.

E. Perhitungan Nilai PCN Menggunakan COMFAA

1. Perhitungan PCN Taxiway Charlie

Langkah-langkah operasional dalam penggunaan *software* COMFAA adalah sebagai berikut:

- Klik “*open aircraft windows*”
- Masukkan data lalu lintas:
 - Pilih *aircraft group* untuk menentukan manufaktur atau grup pesawat
 - Pilih jenis pesawat dari data lalu lintas pesawat yang telah beroperasi di bandar udara Syamsudin Noor.
 - Pilih *add the selected aircraft* lalu sesuaikan berat pesawat dan jumlah *annual departure*
 - Input data pesawat ini menggunakan *annual depature* tahun 2023, pada *software* COMFAA Sebagaimana

ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

No	Aircraft Name	Gross Weight (kg)	Percent G/W on Gear	Tire Press. (psi)	Annual Departures	No. of Tires on Gear	Number of Gears
1	Dual Wheel 40	40,000	95.00	90.0	2,133	2	2
2	Fokker F-28-1000	66,500	95.00	96.0	5	2	2
3	CitationX	36,000	95.00	189.0	5	2	2
4	A320-100	150,796	94.00	200.1	1,505	2	2
5	A330-300 std	500,047	95.74	205.9	31	4	2
6	A330-300 Twin std	162,922	93.80	200.1	1,389	2	2
7	Citation-M/VII	23,200	95.00	168.0	41	2	2
8	Citation-525	10,500	95.00	98.0	415	1	2
9	B737-900 ER	186,200	94.58	220.0	2,937	2	2
10	B737-800	174,700	93.56	205.0	1,583	2	2
11	B737-500	134,000	92.24	194.0	279	2	2
12	B737-400	150,500	93.82	185.0	46	2	2
13	B737-300	140,000	90.86	201.0	1,543	2	2
14	Adv. B737-200	128,600	91.92	182.0	96	2	2

Gambar 13 Input Data Pesawat pada *software* COMFAA 3.0

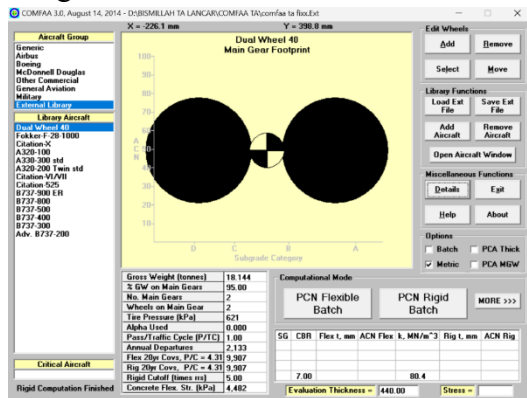
- Lalu simpan file dengan nama yang diinginkan di “*Save the list as a new external file*”
- Ketebalan perkerasan dikonversi ke dalam ketebalan standar yang digunakan sebagai input evaluasi pada *software* COMFAA.
- Penentuan tebal evaluasi menggunakan *Spreadsheet* COMFAA pada *sheet* “RigidPCN”. Berikut ini merupakan hasil pengolahan data input pada perangkat lunak FAARFIELD.

Ref. AC 150/5335-5C Appendix B Rigid Pavement Structure Items	Existing Rigid Pavement Layers	ENTER Existing Layer Thickness	Evaluation n Layer Thickness	Improved k-value
Figure A2-7	P-401 Overlay(s)	100.0 mm/2.5	40.0	Overlay to P-501, 2.5 to 1 Foundation k=
Rigid Pavement Thickness	P-501	400.0 mm	440.0	Maximum k=
ThirdPoint Flexural Strength	P-306	3.5 Mpa	150.0	Below or Input k
Figure A2-6, default minimum k-value = 500 lb/in³ (135.7 MN/m³) OR input k-value if greater.	P-304	150.0 mm	0.0	No Crushed
Combined Top and Bottom Figure A2-5.	P-289	0.0 mm	0.0	
	P-301	0.0 mm	150.0	48
	P-154	150.0 mm		
COMFAA Inputs	Subgrade k-value:	35.4 MN/m³	740.00	80.35
k-value = 80.35 MN/m³ Rigid Pavement t = 440 mm Flexural strength = 3.450 Mpa Recommended PCN Codes: FBXK				
Enter Project Details				
	Aspt LOC-ID			
	Enter LOC-ID			
	Pavement ID			
	Enter Pave ID			

Gambar 14 Pengolahan Input data di *Spreadsheet* COMFAA Taxiway Charlie

- Data tebal material *overlay* diatas diambil dari data eksisting bandar udara dan data hasil evaluasi *software* FAARFIELD 2.1. Namun ada sedikit perubahan pada tebal *HMA Overlay* nya dikarenakan pada *software* COMFAA nilai PCN nya lebih besar daripada nilai ACN nya atau masih memenuhi persyaratan $PCN > ACN$.

g) Masukkan data *trafic* dan karakteristik perkerasan yang telah diolah Ms. Excel ke dalam program COMFAA, sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 15 Input data CBR dan Evaluation Thickness Taxiway Charlie

h) Pilih “PCN Rigid Batch” untuk menjalankan program. Lalu “Details” untuk melihat *output* perhitungan nilai PCN.

No. Aircraft	Name	Critical Aircraft Total Equiv. Covs.	Thickness for Total Equiv. Covs.	Maximum Allowable	ACN Thick at Max. Allowable Gross Weight	PCN on B(80)
1	Dual Wheel 40	18,144	95.00	422.1	15.470	12.2
2	Fokker F-28-1000	30,164	95.00	422.1	15.470	12.2
3	Citation-X	16,329	95.00	420.6	17.780	13.4
4	A320-100	69,400	94.00	406.1	79.900	50.4
5	A320-300 std	226,810	95.74	403.6	246.176	78.0
6	A320-200 Twin std	79,900	93.00	403.6	87.280	56.1
7	Citation-VII/VII	10,523	95.00	424.2	11.249	8.5
8	Citation-525	4,763	95.00	423.0	6.039	4.0
9	B737-800	59,131	95.00	403.6	101.957	71.9
10	B737-500	34,849	95.00	403.6	94.374	63.7
11	B737-400	242,810	94.00	404.6	79.771	53.6
12	B737-300	619,298	94.00	404.6	79.080	48.0
13	B737-200	1,935,027	94.00	407.8	294.74	42.9
Total CDF = 0.1944						

Gambar 16 Hasil Kalkulasi Nilai PCN Taxiway Charlie

Gambar 16 di atas menunjukkan hasil perhitungan nilai PCN dari struktur perkerasan. Berdasarkan hasil kalkulasi, struktur perkerasan memiliki nilai PCN sebesar 75. Dengan demikian, karena nilai ACN lebih kecil dari PCN ($61 < 75$), struktur perkerasan dinyatakan memenuhi syarat.

2. Perhitungan PCN Taxiway Delta

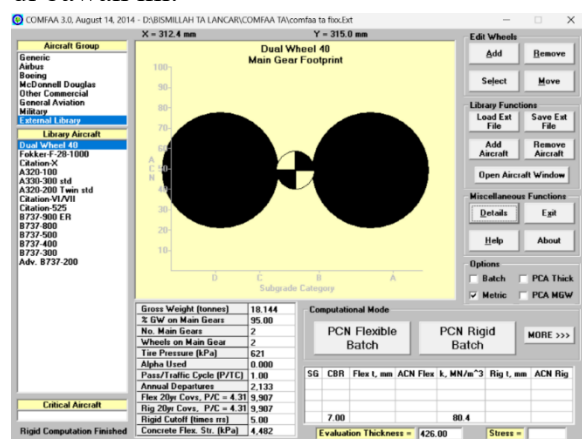
Perhitungan nilai PCN dilakukan dengan menggunakan *spreadsheet* dari *software* COMFAA 3.0. Hasil ini didapat dari hasil perhitungan dengan metode

FAARFIELD 2.1 taxiway delta dan data ketebalan setiap *section* nya.

Ref. AC 150/5335-5C Appendix B Rigid Pavement Structure Items	Existing Rigid Pavement Layer Thickness	ENTER Existing Layer Thickness	Evaluation Layer Thickness	Improved k-value
Figure A2-7	P-401 Overlay(s)	190.0 mm/2.5	76.0	Overlay to P-501, 2.5 to 1 Foundation k= Maximum k= Below or Input k
Rigid Pavement Thickness	P-501	350.0 mm	426.0	
ThirdPoint Flexural Strength	Flexural strength	3.5 Mpa		
Figure A2-6, default maximum k-value = 500 lb/in³ (135.7 MN/m³) OR input k-value if greater.	P-306	0.0 mm	150.0	
	P-304	150.0 mm		
	P-209	0.0 mm	0.0	No Crushed
	Z11	0.0 mm		
Combined Top and Bottom Figure A2-5.	P-301	0.0 mm	150.0	
	P-154	150.0 mm		
COMFAA Inputs	Subgrade k-value	35.4 MN/m³	726.00	80.35
k-value = 80.35 MN/m³				
Rigid Pavement t = 426 mm				
Flexural strength = 3.450 Mpa				
Recommended PCN Codes: FEBX				
Enter Project Details				
Enter LOC-ID				
Enter Pavement ID				

Gambar 17 Pengolahan Input data di *Spreadsheet* COMFAA Taxiway Delta

Setelah didapat hasil dari *software spreadsheet* COMFAA 3.0. Selanjutnya dilakukan kalkulasi nilai PCN dengan menginput data ke dalam program COMFAA 3.0. Data yang dimasukkan meliputi nilai CBR *subgrade* eksisting sebesar 7% serta ketebalan evaluasi (*evaluation thickness*) sebesar 426 mm yang diperoleh dari hasil perhitungan sebelumnya. Hasil dari proses input data tersebut ditampilkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 18 Input data CBR dan Evaluation Thickness Taxiway Delta

Setelah proses input data selesai, jalankan aplikasi dengan menekan tombol “PCN Rigid Batch”. Untuk melihat output hasil perhitungan nilai PCN, klik tombol “Details”.

No. Aircraft Name	Critical Aircraft Total Equiv. Cove.	Thickness for Total Equiv. Cove.	Maximum Allowable Gross Weight	ACN Thick at Max. Allowable Gross Weight	ACN	PCN on B(80)
1 Dual Wheel 40	>5,000,000	414.5	19,144	141.31	0.0000	11.8
2 Fokker-F28-1000	>5,000,000	411.9	32,210	194.85	0.0000	19.0
3 Citation-X	>5,000,000	413.5	17,282	149.84	0.0000	13.1
4 A320-100	319,803	403.4	75,688	308.79	0.0085	47.5
5 A330-300 std	95,041	402.0	282,236	349.00	0.0012	69.8
6 A320-200 Twin std	144,685	402.5	92,371	323.08	0.0179	52.7
7 Citation-VI/VII	>5,000,000	415.8	11,011	136.95	0.0000	9.3
8 Citation-525	>5,000,000	415.9	4,944	56.44	0.0000	3.9
9 B737-900 ER	22,173	400.0	95,543	361.90	0.2406	64.9
10 B737-800	57,976	401.3	85,031	342.63	0.0533	59.4
11 B737-500	849,379	404.5	47,218	256.08	0.0006	49.3
12 B737-400	245,732	403.1	75,458	317.30	0.0004	50.3
13 B737-300	562,595	404.1	70,237	301.58	0.0049	45.2
14 Adv. B737-200	1,497,930	405.2	64,383	286.56	0.0001	40.4
Total CDF =						0.9474

Results Table 3. Rigid ACN at Indicated Gross Weight and Strength					
No. Aircraft Name	Gross Weight	% GW on Main Gear	Tire Pressure	ACN Thick	ACN on B(80)
1 Dual Wheel 40	19,144	95.00	621	156.5	11.0
2 Fokker-F28-1000	32,210	95.00	662	189.7	14.6
3 Citation-X	16,329	95.00	1,303	164.7	12.3
4 A320-100	68,400	94.00	1,380	252.1	42.1
5 A330-300 std	226,818	95.74	1,420	345.6	60.5
6 A320-200 Twin std	75,900	93.80	1,380	304.4	44.0
7 Citation-VI/VII	10,523	95.00	1,189	133.6	7.9
8 Citation-525	4,763	95.00	676	55.0	3.8
9 B737-900 ER	85,366	94.59	1,517	339.4	59.2
10 B737-800	79,243	93.56	1,413	321.4	51.7

Gambar 19 Hasil Kalkulasi Nilai PCN Taxiway Delta

Hasil kalkulasi yang tertera menunjukkan struktur perkerasan memiliki PCN 69,8 atau dibulatkan menjadi 70. Jadi nilai $ACN < PCN$ ($61 < 70$).

F. Hasil Perhitungan struktur perkerasan

Pada tabel berikut ini Adalah perbandingan hasil perencanaan *overlay taxiway charlie* dan *delta* bagi pesawat terkritis A330-300.

Tabel 7 Perbandingan Hasil Tebal Perkerasan dan Perhitungan Nilai PCN

Data Perkerasan	Metode Perhitungan		
	Manual FAA	Program COMFAA Taxiway Charlie	Program COMFAA Taxiway Delta
HMA Overlay	-	10 cm	19 cm
Surface	41 cm	40 cm	35 cm
Base Course	13 cm	15 cm	15 cm
Subbase	27 cm	15 cm	15 cm
CBR Subgrade	7%	7%	7%
TOTAL	81 cm	80 cm	84 cm
PCN Tersedia	64	75	70
Nilai ACN	61	61	61
PCN Eksisting	-	52	45
Keterangan	Mampu	Mampu	Mampu

Dari hasil dua metode perhitungan, yaitu perhitungan manual FAA dan perhitungan COMFAA memiliki perbedaan hasil masing-masing bagiannya. Hasil perhitungan yang dipilih adalah hasil perhitungan dari aplikasi COMFAA 3.0 karena yang dibutuhkan hanya tebal HMA *overlay* nya dan untuk tebal perkerasan bawahnya menggunakan data eksisting dari pihak bandara, maka pelaksanaannya lebih

baik menggunakan simulasi COMFAA 3.0 dan sesuai regulasi yang dikeluarkan FAA AC-150/5320-6F.

Regulasi FAA AC 150/5320-6D yang dikeluarkan FAA untuk perhitungan manual desain perkerasan Bandar Udara sudah tidak digunakan lagi dan sebagai gantinya FAA mengeluarkan regulasi AC 150/5320-6F untuk perhitungan desain perkerasan Bandar Udara menggunakan FAARFIELD 2.1.1 FAA juga mengeluarkan regulasi AC 150/5335-5C untuk perhitungan PCN menggunakan COMFAA sebagai dasar pelaporannya.

G. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perhitungan RAB dalam perencanaan *overlay* menunjukkan berapa banyak kebutuhan material ataupun *finansial* seperti kebutuhan material, alat dan bahan untuk *overlay* landas pacu yang sudah direncanakan. Untuk pembuatan RAB ini sendiri mengacu pada Peraturan Walikota Banjarbaru Nomor 19 Tahun 2024 Tentang Standar Harga Satuan Daerah Tahun Anggaran 2025. Hasil penyusunan RAB dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Tabel 8 Rencana Anggaran Biaya

RENCANA ANGGARAN BIAYA PERENCANAAN OVERLAY TAXIWAY CHARLIE DAN DELTA TAHUN ANGGARAN 2025					
NAMA PERENCANA		ANDIKA RAVIF FIRMAN HAKIM			
LOKASI PERENCANAAN		BANDARA SYAMSUDIN NOOR BDI			
TAHUN		2025			
VOLUME		10.511 M ²			
ALOKASI DANA		Rp10.718.800.000			
No	Uraian Sub Komponen	Volume		Harga Satuan	Jumlah Harga
		Sub	Satuan		
A	PEKERJAAN PERSIAPAN				
A.1	Pembuatan Direksi Keet	72.00	M ²	1.739.415	125.237.880
A.2	Pembuatan Papan Nama Proyek	0.96	M ²	1.859.350	1.784.976
A.3	Mobilisasi dan Demobilisasi	1.00	LS	5.390.577	5.390.557
A.4	Pengukuran Awal	10.511	M ²	5.786	60.815.805
SUBTOTAL A					193.229.238
B	PEKERJAAN PERKERASAN SISI UDARA				
B.1	Overlay Perkerasan Taxiway Charlie				
B.1.1	Lapis Asphalt AC-WC	350.54	M ²	3.499.206	1.226.618.289
B.1.2	Asphalt Treated Base (ATB)	367.89	M ²	3.469.554	1.276.397.025
B.1.3	Tack Coat	10.511	M ²	58.704	617.036.642
B.2	Overlay Perkerasan Taxiway Delta				
B.2.1	Lapis Asphalt AC-WC	350.54	M ²	3.499.206	1.226.618.289
B.2.2	Asphalt Treated Base (ATB)	1.104	M ²	3.469.554	3.829.191.075
B.2.3	Tack Coat	21.022	M ²	58.704	1.234.073.285
SUBTOTAL B					9.409.934.606
C	PEKERJAAN AKHIR				
C.1	Pekerjaan Pembersihan Akhir	10.511	M ²	3.229	33.942.895
C.2	Biaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja	1.00	Set	19.517.000	19.517.000
SUBTOTAL C					53.459.894
TOTAL + PPN 11%					10.718.852.350
DIBULATKAN					10.718.800.000

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan disimpulkan bahwa penulis merencanakan tebal *overlay taxiway charlie dan delta* menggunakan aplikasi FAARFIELD 2.1 dengan tebal *overlay taxiway charlie* 100 mm dan tebal *overlay taxiway delta* 190 mm.
2. Hasil perbandingan dengan cara menggunakan 2 metode perhitungan menghasilkan nilai PCN yang berbeda, perhitungan menggunakan metode manual menghasilkan nilai PCN 64, sedangkan jika menggunakan

perhitungan aplikasi FAARFIELD dan *software* COMFAA menghasilkan nilai PCN *taxiway charlie* sebesar 75 dan untuk *taxiway delta* menghasilkan nilai PCN sebesar 70. Nilai PCN *taxiway charlie dan delta* sudah sesuai lebih besar dengan nilai ACN MTOW pesawat A330-300 yaitu 61, dengan nilai PCN *taxiway charlie* PCN>ACN (75>61) serta *taxiway delta* PCN>ACN (70>61). Sehingga mampu menopang pesawat kritisnya yaitu A330-300.

3. Berdasarkan perhitungan rencana anggaran biaya maka didapatkan total biaya yang diperlukan untuk overlay peningkatan PCN *taxiway charlie dan delta* adalah sebesar Rp. 10.718.800.000- yang dalam perhitungannya berpedoman pada Peraturan Walikota Banjarbaru Nomor 19 Tahun 2024 Tentang Standar Harga Satuan Daerah Tahun Anggaran 2025.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka dapat diketahui saran sebagai berikut:

1. Untuk pihak bandara, sebaiknya diwaktu pelaksanaan nantinya bahu *taxiway dan Airfield Lighting System (AFL)* agar dapat diperhitungkan dengan ketinggian *overlay* yang akan dilaksanakan, agar tidak terjadi perbedaan elevasi yang dapat memengaruhi keselamatan operasional pesawat.

2. Untuk peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan kajian lebih lanjut terkait proyeksi lalu lintas penerbangan dan jenis pesawat yang akan beroperasi di masa depan selanjutnya. Dengan demikian, perencanaan peningkatan struktur perkerasan dapat lebih tepat sasaran dan berkelanjutan untuk jangka panjang kedepannya.
3. Hasil perhitungan perencanaan *overlay taxiway charlie* dan *delta* dapat digunakan sebagai tolak ukur oleh pihak pengelola Bandar Udara Syamsudin Noor untuk melakukan pelaksanaan *overlay taxiway charlie* dan *delta*.

DAFTAR PUSTAKA

- Administration, F. A. (1995). Advisory Circular No. 150/5320-6D, Airport Pavement Design and Evaluation. *U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration*, 2–165.
- Administration, F. A. (2009). Advisory Circular No. 150/5320-6E, Airport Pavement Design and Evaluation. *U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration*, 2–124.
- Administration, F. A. (2014). Advisory Circular No. 150/5320-5C, Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength-PCN. *U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration*, 1–113.
- Administration, F. A. (2016). Advisory Circular No. 150/5320-6F, Airport Pavement Design and Evaluation. *U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration*, 1–173.
- Administration, F. A. (2021). Advisory Circular No. 150/5320-6G, Airport Pavement Design and Evaluation. *U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration*, 1–195.
- Alhaqu, I. (2024). Analisis Perhitungan Paved Shoulder Runway Pada Bandar Udara Husein Sastranegara-Bandung. *Teknologi Rekayasa Bandar Udara*, 1–38.
- Ardysyahputra, F., Supriadi, & Rozi, F. (2020). *Perencanaan Konstruksi Rigid Pavement Pada Apron Di Bandar Udara Dewadaru Karimunjawa*. 1–13.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metoda Lendutan. *Departemen Pekerjaan Umum*, 1–36.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2005). Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP/77/VI/2005 tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara. *Departemen Perhubungan*, 1–79.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2023). PR 21 Tahun 2023. *Standar Teknis Dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (Manual Of Standard CASR Part 139) Aerodrome Daratan, 1*, 1–451.
- Idden Sasauw, J., & Pandey, S. (2020). Perencanaan Pengembangan Bandar Udara Domine Eduard Osok Di Sorong, Papua Barat. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(4), 1–8.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/js/article/view/28724>
- Indonesia, S. N. (2011). Cara uji CBR (California Bearing Ratio) lapangan. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–16.
- Indonesia, S. N. (2012). Metode uji CBR laboratorium. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–28.
- Kementerian Perhubungan. (2023). *Aerodrome Manual Bandar Udara Syamsudin Noor*, 1–153.
- Kuswati, L. (2022). Landas pacu untuk pesawat tipe airbus a320-200 landas pacu untuk pesawat tipe airbus a320-200, 1-112.
- Maulan, N. (2020). *Perencanaan Apron Di Bandar Udara Depati Parbo Kerinci*. 1–15.

- Meliala, A. P. (2024). Analisis Rencana Penambahan Tahap 1 Taxiway Alpha dan Bravo Menggunakan Perkerasan Rigid Pavement Di Bandara Internasional Kualanamu. *Teknologi Rekayasa Bandar Udara*, 1–63.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. (2014). Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 78 Tahun 2014 Tentang Standar Biaya Di Lingkungan Kementerian Perhubungan. *Kementerian Perhubungan*, 1968, 1–461.
- Perhubungan Udara, D. J. (2015). Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor Kp 93 Tahun 2015 Tentang Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139-24 (Advisory Circular Casr Part 139-24), Pedoman Perhitungan PCN (Pavement Classification Number) Pe. *Kementerian Perhubungan*, 1–121.
- Perhubungan Udara, D. J. (2015). Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor KP 94 Tahun 2015 Tentang Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139-23 {Advisory Circular Casr part 139-23), Pedoman Program Pemeliharaan Konstruksi Perkerasan Bandar Udara. *Kementerian Perhubungan*, 2–60.
- Perhubungan Udara, D. J. (2019). Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor 326 Tahun 2019 Tentang Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil-Bagian 139 (Manual of Standard CASR - Part 139) Volume I Bandar Udara (Aerodrome). *Kementerian Perhubungan*, I, 2–636.
- S.A.S., A. (2023). a330-200/-300 Aircraft Characteristics Airport and Maintenance Planning. *Ac*, 1–644.
- Triharso, R. H., & Ahyudanari, E. (2015). Evaluasi Kekuatan Perkerasan Sisi Udara (Runway, Taxiway Dan Apron) Bandara Juanda Dengan Metode Perbandingan Acn-Pcn. *Jurnal Teknik*, 4(1), 1–6.
- Udara, J. P. (2005). *Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara SKEP/003/I/2005 Tentang Pedoman Teknis Perancangan Rinci Konstruksi Landas Pacu (Runway), Landas Hubung (Taxiway), dan Landas Parkir (Apron) Pada Bandar Udara Di Indonesia*, 1–60.
- Walikota Banjarbaru, K. selatan. (2024). *Perwali 19 Tahun 2024 Standar Harga Satuan Daerah Kota Banjarbaru Tahun 2025*, 1–252.