

PERENCANAAN STANDARISASI RUNWAY UNTUK PELAYANAN PESAWAT TIPE AIRBUS A320 DI BANDAR UDARA H. ASAN-SAMPIT

Eky Khafila Firdausi¹, Siti Fatimah², Fahrur Rozi³

Politeknik Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani I No. 73 Surabaya, 60236

Email: eky.khafila2015@gmail.com

Abstrak

Perkembangan lalu lintas udara dan kebutuhan pesawat berbadan lebar seperti Airbus A320 mendorong peningkatan infrastruktur bandar udara, terutama landas pacu. Bandar Udara H. Asan-Sampit, dengan runway 2.060 m x 30 m, tidak memenuhi standar untuk Airbus A320. Penelitian ini merancang dimensi dan kekuatan runway agar sesuai dengan standar keselamatan penerbangan. Hasil menunjukkan panjang runway perlu ditambah 440 m menjadi 2.500 m, serta lebar dari 30 m menjadi 45 m. Analisis ketebalan perkerasan menggunakan software FAARFIELD 2.0.18 menunjukkan total tebal 77 cm. Nilai PCN yang diperoleh adalah 51 F/C/X/T menggunakan aplikasi COMFAA 3.0. Proyek pengembangan ini diestimasi menelan biaya Rp 77.097.000.000,00. Penelitian ini diharapkan menjadi acuan dalam pengembangan infrastruktur bandar udara domestik untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional penerbangan di Indonesia.

Kata Kunci: Standarisasi Landas Pacu, ARFL, FAARFIELD, COMFAA, PCN

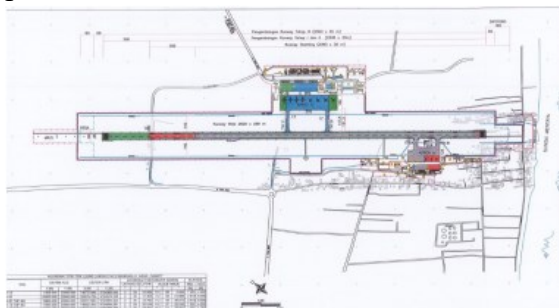
Abstract

The growth of air traffic and the demand for wide-body aircraft like the Airbus A320 have driven the need for improved airport infrastructure, particularly runways. H. Asan-Sampit Airport, with its existing runway of 2,060 m x 30 m, does not meet the standards required for the Airbus A320. This study aims to design the dimensions and strength of the runway to comply with aviation safety standards. The results indicate that the runway length needs to be extended by 440 m, bringing the total length to 2,500 m, and its width must be increased from 30 m to 45 m. Pavement thickness analysis, conducted using FAARFIELD 2.0.18 software, shows a total pavement thickness of 77 cm is required. The resulting Pavement Classification Number (PCN) is 51 F/C/X/T, calculated using the COMFAA 3.0 application. This development project is estimated to cost Rp 77,097,000,000.00. This research is expected to serve as a reference for the development of domestic airport infrastructure, thereby enhancing the safety and operational efficiency of aviation in Indonesia.

Keywords: Runway Standardization, ARFL, FAARFIELD, COMFAA, PCN

PENDAHULUAN

Unit Penyelenggara Bandar Udara (UPBU) H.Asan-Sampit terletak di Kecamatan Baamang, Kabupaten Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah. Penerbangan pertama berlangsung dari Banjarmasin ke Sampit pada 1959-1960 menggunakan pesawat ALBATROS. Saat ini, bandar udara ini berstatus kelas II dengan landas pacu berukuran 2.060 m x 30 m, melayani pesawat ATR 72 dan B737-500 ke Surabaya dan Jakarta. Pada 2025, hanya B737-500 yang beroperasi dengan rute Jakarta, Surabaya, dan Semarang, sementara pesawat seperti Airbus A320 dan Boeing B737-900ER diharapkan dapat beroperasi di masa depan. Untuk meningkatkan kualitas layanan, pengembangan bandar udara diperlukan, termasuk perpanjangan landas pacu.



Masterplan Bandar H.Asan-Sampit

Berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor KM 188 Tahun 2022, rencana perpanjangan dan pelebaran landas pacu tahap I bertujuan untuk mengakomodasi pesawat Airbus A320[1]. Perpanjangan direncanakan pada threshold 13 mengingat adanya sungai yang membatasi perluasan di threshold 31. Idealnya, landas pacu untuk Airbus A320 seharusnya 2.500 m x 45 m, sementara rencana induk hanya mencakup 2.200 m x 30 m. Oleh karena itu, diperlukan peninjauan ulang untuk memastikan spesifikasi yang tepat agar dapat mendukung operasional pesawat baru.

TEORI SINGKAT

Bandar udara adalah area untuk pendaratan dan lepas landas pesawat, serta aktivitas penumpang dan kargo. Dilengkapi fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, bersifat sebagai tempat perpindahan antar moda transportasi. Terdapat dalam Undang-Undang dan Peraturan Pemerintah.

- Klasifikasi Bandar Udara

Klasifikasi bandar udara dibagi menjadi beberapa kelas yang ditentukan berdasarkan kapasitas pelayanan dan aktivitas operasionalnya. Kapasitas pelayanan ini mengacu pada kemampuan bandara dalam melayani pesawat udara terbesar serta jumlah penumpang dan/atau barang yang dapat ditanganiz, meliputi:

- Kode angka (code number) berupa perhitungan panjang landas pacu berdasarkan referensi pesawat (Aeroplane Reference Field Length); dan
- Kode huruf (code letter) berupa perhitungan sesuai dengan lebar sayap dan lebar atau jarak roda terluar pesawat udara.

Kode Nomor (Code Number)	Panjang Berdasar Pesawat (Aeroplane Reference Field Length)	RWY Referensi (Aeroplane Field Length)	Kode Huruf (Code Letter)	Bentang Sayap (Wing Span)	Jarak Roda Utama Terluar (Outer Mean Gear)
1	$ARFL < 800$ m		A	Wing span < 15	Outer Mean Gear $< 4,5$ m
2	$800 \text{ m} \leq ARFL < 1200$ m		B	$15 \text{ m} \leq \text{wing span} < 24$ m	$4,5 \text{ m} \leq \text{outer mean gear} < 6$ m
3	$1200 \text{ m} \leq ARFL < 1800$ m		C	$24 \text{ m} \leq \text{wing span} < 36$ m	$6 \text{ m} \leq \text{outer mean gear} < 9$ m
4	$1800 \text{ m} \leq ARFL$		D	$36 \text{ m} \leq \text{wing span} < 52$ m	$9 \text{ m} \leq \text{outer mean gear} < 14$ m
			E	$52 \text{ m} \leq \text{wing span} < 56$ m	$9 \text{ m} \leq \text{outer mean gear} < 14$ m
			F	$56 \text{ m} \leq \text{wing span} < 80$ m	$14 \text{ m} \leq \text{outer mean gear} < 16$ m

Kriteria Klasifikasi Bandar Udara

- Landasan Pacu

Landas Pacu adalah area persegi panjang di bandar udara untuk pendaratan dan lepas landas pesawat. Panjang landas pacu ditentukan berdasarkan spesifikasi regulasi dan jenis pesawat terkritik, termasuk faktor

lokal seperti elevasi dan temperatur. Lebar landas pacu disesuaikan dengan jarak bentang roda pesawat terbesar. Penyesuaian standar mengikuti pedoman ICAO Annex 14 sebagai acuan untuk keamanan dan operasional yang optimal[2].

Kode Nomor	Outer Main Gear Wheel Span (OMGWS)			
	OMGWS < 4,5 m	4,5 m ≤ OMGWS < 6	6 m ≤ OMGWS < 9	9 m ≤ OMGWS < 15
1 ^a	18 m	18 m	23 m	-
2 ^a	23 m	23 m	30 m	-
3	30 m	30 m	30 m	45 m
4	-	-	45 m	45 m

Lebar Landas Pacu Berdasarkan OMGWS

Landas pacu memiliki kemiringan memanjang dan melintang, diukur dari selisih ketinggian untuk mencegah genangan air, dengan batas maksimum sesuai regulasi.

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Runway Gradient (m)	Pada Bagian Landasan (%)	¼ dari ujung landasan (%)	Jarak tampak pada jarak min ½ landasan (m)
A	I	≤ 2	≤ 2	-	1,5
B	II	≤ 2	≤ 2	-	1,5
C	III	≤ 1	≤ 1,5	≤ 0,8	2
D	IV	≤ 1	≤ 1,5	≤ 0,8	2
E	V	≤ 1	≤ 1,25	≤ 0,8	3
F	VI	≤ 1	≤ 1,25	≤ 0,8	3

Kemiringan Memanjang Landas Pacu

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Preffered Slope	Minimum Slope (%)	Maksimum Slope (%)
A	I	2	1,5	2,5
B	II	2	1,5	2,5
C	III	1,5	1	2
D	IV	1,5	1	2
E	V	1,5	1	2
F	VI	1,5	1	2

Kemiringan Melintang Landas Pacu

- Karakteristik Pesawat Udara

Karakteristik pesawat udara sangat krusial dalam pengembangan bandar udara, mempengaruhi fasilitas sisi udara. Berat pesawat meliputi beberapa komponen: Operating Empty Weight (OEW) adalah berat pesawat tanpa penumpang dan bahan bakar; Payload mencakup penumpang dan barang; Zero Fuel Weight adalah total dari OEW dan muatan; Maximum Structural Payload adalah selisih antara Zero Fuel Weight dan OEW; Maximum Structural Take Off Weight (MSTOW) adalah berat lepas landas maksimum di permukaan laut; Maximum

Gross Take Off Weight (MTOW) adalah total berat saat lepas landas dan Maximum Structural Landing Weight (MLW) adalah beban maksimum saat mendarat.

- Perencanaan Perpanjangan Landas Pacu

Panjang landas pacu perlu disesuaikan dengan kebutuhan pesawat, dengan Aeroplane Reference Field Length (ARFL) sebagai panjang minimum untuk pendaratan dan lepas landas. Panjang landas pacu yang diperlukan akan bertambah sekitar 7% untuk setiap kenaikan ketinggian 300 meter (1.000 kaki) di atas permukaan laut. Berikut rumus dalam menghitung faktor koreksi terkait elevasi :

$$Fe = 1 + (0,07 \times \frac{h}{300})$$

Dimana :

Fe : Faktor koreksi elevasi

h : Elevasi Aerodrome (m)

Panjang landas pacu yang diperlukan akan bertambah sebesar 1% untuk setiap peningkatan suhu sebesar 1°C dari suhu referensi bandara. Selain itu, suhu akan menurun sebesar 6,5°C untuk setiap kenaikan ketinggian 1.000 meter di atas permukaan laut. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitungnya :

$$Ft = 1 + 0,01(T - (15 - 0,0065 \times h))$$

Dimana:

Ft : Faktor koreksi suhu

h : Elevasi Aerodrome (m)

T : Temperature aerodrome referensi (derajat celcius)

Kebutuhan panjang landas pacu akan mengalami peningkatan sebesar 10% setiap kenaikan kemiringan memanjang landas pacu sebesar 1%. Berikut adalah rumus yang

digunakan untuk menghitung faktor koreksi terkait kemiringan :

$$Fs = 1 + (0,1 \times s)$$

Dimana:

Fs : Faktor koreksi kemiringan

s : kemiringan landas pacu (%)

Setelah memperoleh hasil perhitungan dari faktor elevasi, faktor koreksi, faktor suhu, serta faktor kemiringan, maka kebutuhan aktual landas pacu dapat ditentukan melalui perhitungan yang dilakukan dengan rumus perhitungan berikut ini:

$$ARFL = \frac{Lr}{Fe \times Ft \times Fs}$$

Dimana:

Fe : Faktor koreksi elevasi

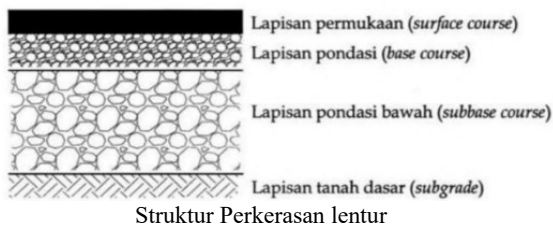
Ft : Faktor koreksi suhu

Fs : Faktor koreksi kemiringan

Lr : Panjang landas pacu rencana

- Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur dirancang untuk menahan beban sesuai dengan kapasitas beban yang ditetapkan, bukan berdasarkan tegangan lentur. Pada perkerasan lentur, beban yang diterima di distribusikan ke setiap lapisan di bawahnya tanpa melampaui kemampuan atau daya dukung masing-masing lapisan tersebut. (KP 94, 2015)



Lapisan material dalam perencanaan perkerasan lentur berdasarkan KP 94 Tahun 2015 terdiri dari empat lapisan. Pertama, Lapis Tanah Dasar (Subgrade) berfungsi sebagai pondasi utama dengan pemadatan

yang cukup untuk menahan beban. Kedua, Lapis Pondasi Bawah (Subbase Course) diperuntukkan bagi tanah dasar yang lemah, mendukung beban dengan material stabil. Ketiga, Lapis Pondasi Atas (Base Course) mendistribusikan beban ke lapisan bawah dan harus berkualitas baik. Keempat, Lapis Permukaan (Surface Course) dari campuran agregat dan aspal, mencegah air meresap dan mengurangi tekanan roda kendaraan[3].

- Pavement Classification Number (PCN)

PCN harus menjamin pesawat dengan ACN sama atau lebih rendah dapat beroperasi di perkerasan tertentu, dengan batasan seperti tekanan roda dan massa total.

- Aircraft Classification Number (ACN)

ACN menunjukkan dampak relatif pesawat pada perkerasan, berdasarkan kategori tanah dasar, untuk memastikan kapasitas yang memadai

- Perencanaan Tebal Perkerasan menggunakan Metode Manual FAA

Perencanaan ketebalan perkerasan lentur menggunakan metode FAA melibatkan beberapa variabel penting. Diantaranya nilai CBR subgrade, berat maksimum take-off operation weight, jumlah keberangkatan tahunan, dan tipe roda pendaratan pesawat. Nilai CBR mengukur daya dukung tanah, penting untuk memastikan kestabilan dan daya tampung perkerasan di Bandar Udara H.Asan-Sampit.

CBR Subgrade	6%
CBR Subbase Course	25%

Nilai CBR Subgrade dan Subbase Course

Untuk memperoleh nilai Equivalent Annual Departure pesawat rencana terkritis, nilai tersebut dapat dihitung dengan menerapkan rumus yang telah ditetapkan, sebagai berikut:

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

R1 = Annual departure pesawat kritis/pesawat desain

R2 = Annual departure yang dinyatakan dalam landing gear pesawat

W1 = Beban roda pesawat kritis/desain

W2 = Beban roda pesawat yang dikonversi

- Perencanaan Tebal Perkerasan Menggunakan FAARFIELD

FAA mengembangkan FAARFIELD untuk merancang ketebalan perkerasan lentur dan kaku pada landas pacu, memerlukan data perkerasan, CBR, MTOW, dan keberangkatan tahunan.

- Perhitungan Nilai PCN Menggunakan Program COMFAA.

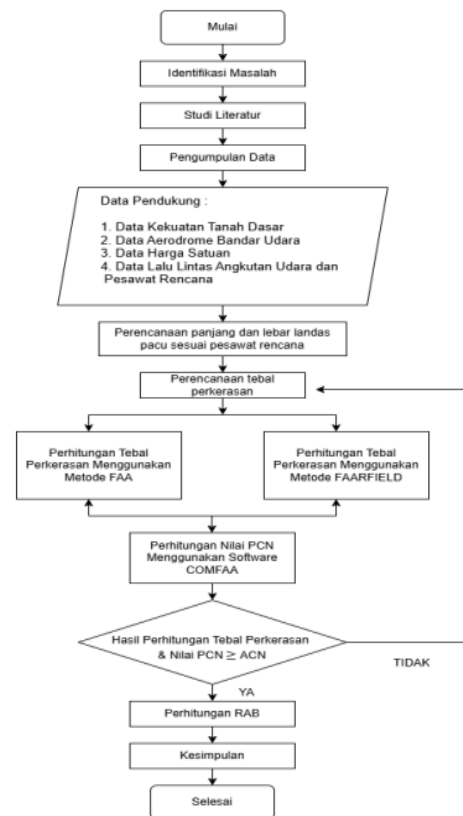
Setelah menghitung ketebalan perkerasan dengan FAARFIELD, selanjutnya hitung PCN menggunakan aplikasi COMFAA untuk perencanaan landas pacu.

- Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dilakukan setelah volume perkerasan selesai. Mengacu pada standar Kementerian Perhubungan dan Harga Pokok Kegiatan di Kotawaringin Timur tahun 2025, RAB mencakup elemen seperti uraian pekerjaan, volume, harga satuan, total material, dan harga keseluruhan untuk menentukan biaya proyek[4].

METODE PENELITIAN

Berikut disajikan bagan alur penelitian yang berfungsi sebagai metode untuk menjelaskan tahapan-tahapan penelitian, mulai dari proses awal hingga diperolehnya hasil akhir penelitian.



Bagan Alur Penelitian

Rencana Induk Bandar Udara H.Asan-Sampit mencakup pengembangan landas pacu tahap I dengan perpanjangan dan pelebaran untuk pesawat A320. Perpanjangan hanya dapat dilakukan di sisi threshold 13. Ukuran landas pacu saat ini belum memenuhi standar untuk operasi A320 secara efisien dan aman, memerlukan evaluasi dan peningkatan.

Pengumpulan data pendukung dari Bandar Udara H.Asan-Sampit untuk perencanaan perpanjangan landas pacu di dapatkan beberapa data yang akan dijelaskan secara rinci sebagai berikut.

1. Data Masterplan Bandar Udara H.Asan-Sampit, Data masterplan Bandara H.Asan-Sampit tahun 2022 di dapatkan

secara langsung ketika penulis sedang melaksanakan OJT di Bandar Udara H.AsanSampit.

2. Data Umum Bandar Udara, Berdasarkan data yang tertera dalam (Aerodrome Manual), komponen-komponen yang diperlukan dalam menghitung Aeroplane Reference Field Length 29 (ARFL) meliputi faktor elevasi, faktor temperature, dan kemiringan landas pacu.

No.	Data Umum	Keterangan
1	Nama Bandar Udara	Unit Penyelenggara Bandar Udara H.Asan-Sampit
2	Elevasi/Ketinggian	24 feet / 7.315 m
3	Suhu/Temperature	33°C
4	Kemiringan/Slope	0,2%

Data Umum Bandar Udara

3. Data Kekuatan Tanah Dasar Kekuatan tanah dasar pada lokasi perpanjangan dan pelebaran runway memiliki nilai CBR subgrade sebesar 6%.

4. Data pergerakan lalu lintas angkutan udara Dibawah ini disajikan data mengenai pergerakan lalu lintas angkutan udara di Bandar Udara H.Asan-Sampit:

Tahun	Penumpang (Orang)	Bagasi (kg)	Kargo (kg)	Pesawat (Unit)
2018	190.210	1.395.536	1.224.211	2.844
2019	117.035	753.689	653.079	2.079
2020	46.731	257.023	453.372	912
2021	30.946	165.395	375.869	617
2022	58.286	394.760	779.545	971
2023	35.049	473.328	525.254	972

Data Lalu Lintas Angkutan Udara

5. Data Pesawat Rencana Berikut ini data terkait pesawat yang masuk dalam kategori kritis, baik yang sedang beroperasi maupun yang direncanakan akan beroperasi di Bandar Udara H.Asan-Sampit.

Tipe pesawat	Aeroplane Characteristics			
	ARFL	Wingspan	Length	MTOW
B737-500	1.830 m	28,9 m	31 m	60.560 kg
A320-200	2.090 m	34,1 m	37,6 m	77.000 kg

Data Pesawat Terkritik dan Pesawat Rencana

6. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Analisis harga satuan upah dan bahan dilakukan dengan merujuk pada Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kabupaten

Kotawaringin Timur tahun 2025 serta mengikuti standar yang telah ditetapkan oleh Kementerian Perhubungan.

- Perhitungan landasan pacu

Perhitungan kebutuhan panjang landas pacu dapat dilakukan melalui perhitungan ARFL (Aeroplane Reference Field Length) dan beberapa faktor kondisi bandar udara, faktor elevasi, faktor suhu, dan faktor kemiringan landas pacu. Rumus yang digunakan mengacu pada ketentuan yang tercantum dalam SKEP 77/VI/2015.

- Perhitungan Tebal Perkerasan Metode Manual FAA

Perencanaan tebal perkerasan menggunakan metode manual FAA memerlukan perhitungan dan grafik sesuai konfigurasi landing gear untuk menentukan tebal.

- Perhitungan Tebal Perkerasan Metode FAARFIELD

Perencanaan ketebalan perkerasan menggunakan FAARFIELD 2.0.18 berdasarkan pesawat rencana dan jumlah keberangkatan tahunan pesawat.

- Perhitungan Nilai PCN

Setelah menentukan tebal perkerasan, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai PCN menggunakan program COMFAA 3.0 untuk menilai daya dukung perkerasan landas pacu.

- Kondisi Yang Diharapkan

Diharapkan teridentifikasi kebutuhan perpanjangan landas pacu dan ketebalan perkerasan berdasarkan ARFL dan SKEP 77/2005, memastikan nilai PCN lebih besar dari ACN untuk mencegah kerusakan.

No.	ACN > PCN	Departure
1.	1,1	2 kali sehari
2.	1,1 – 1,2	1 kali sehari
3.	1,2 – 1,3	1 kali seminggu
4.	1,3 – 1,4	2 kali sebulan
5.	1,4 – 1,5	1 kali sebulan

Pembatasan Operasional Apabila Nilai
ACN>PCN

- Perhitungan RAB

Perhitungan ini berfungsi sebagai pedoman dalam menetapkan besaran anggaran yang diperlukan untuk pelaksanaan pekerjaan perpanjangan dan pelebaran landas pacu. Sumber referensi untuk harga satuan atau upah yang digunakan dalam proyek ini berasal dari (HSPK Kab.Kotawaringin Timur, 2025) serta standar biaya Kementerian Perhubungan yang tercantum dalam).

HASIL DAN PEMBAHASAN

• Perencanaan Landasan Pacu

Bandar Udara H.Asan-Sampit perlu evaluasi infrastruktur dan peningkatan runway agar sesuai kebutuhan operasional pesawat A320, demi keselamatan dan efisiensi. Panjang landas pacu ditentukan berdasarkan perhitungan ARFL dan faktor koreksi.

- ARFL pesawat rencana : 2.090 m
- Referensi Elevasi : 24 feet/ 7,315 m
- Referensi Temperature : 33°C
- Referensi Kemiringan : 0,2%

Berikut uraian perhitungan faktor koreksi untuk mendapatkan panjang landas pacu sesuai kebutuhan.

1. Perhitungan Koreksi Faktor Elevasi

$$Fe = 1 + (0.07 \times \frac{n}{300})$$

$$Fe = 1 + (0.07 \times \frac{7,315}{300})$$

$$Fe = 1 + 0,0170683$$

$$Fe = 1,00170683$$

2. Perhitungan Koreksi Faktor Suhu

$$Ft = 1 + 0.01(T - (15 - 0,0065 \times h))$$

$$Ft = 1 + 0.01(33 - (15 - 0,0065 \times 7,315))$$

$$Ft = 1 \quad Fs = 1 + (0.1 \times s) \quad (5475)$$

$$Ft = Fs = 1 + (0.1 \times 0,002) (525)$$

$$Ft \quad Fs = 1 + 0,0002 \quad)$$

$$Fs = 1,0002$$

$$Ft = 1,18047548$$

3. Perhitungan Koreksi Faktor Kemiringan/Slope

4. Perhitungan ARFL Pesawat Rencana.

Berikut Perhitungan ARFL untuk pesawat tipe A320.

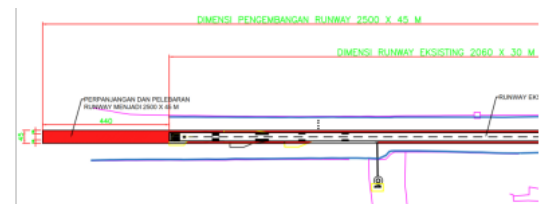
$$ARFL = \frac{Lr}{Fe \times Ft \times Fs}$$

$$2.090 = \frac{Lr}{1,00170683 \times 1,18047548 \times 1,0002}$$

$$Lr = 2.090 \times 1,182726685$$

$$Lr = 2.471,89911 \approx 2.500 \text{ m}$$

Panjang landas pacu perlu ditambah 440 m di Bandara H.Asan-Sampit.



Perencanaan Panjang Landas Pacu

Lebar landas pacu direncanakan berdasarkan PR 21 Tahun 2023 dan OMGWS pesawat A320 sebesar 8,9 m.

Aircraft Model	MTOW (Kg)	Code	Wingspan (m)	OMGWS (m)	Wheel Base (m)
A300	170.500	4D	44.8	11.1	18.6
A310	164.000	4D	43.9	11.0	15.2
A320	77.000	4C	34.1	8.988	12.6
A330	233.000	4E	60.3	12.6	25.4

Data Karakteristik Pesawat Rencana

Berdasarkan ketentuan yang tercantum dalam PR 21 Tahun 2023, lebar landas pacu diwajibkan memenuhi standar minimal yang telah ditetapkan.

Kode Nomor	Outer Main Gear Wheel Span (OMGWS)			
	OMGWS < 4.5 m	4.5 m ≤ OMGWS < 6	6 m ≤ OMGWS < 9	9 m ≤ OMGWS < 15
1*	18 m	18 m	18 m	-
2*	23 m	23 m	23 m	-
3	30 m	30 m	30 m	45 m
4	-	-	45 m	45 m

Lebar Landas Pacu sesuai Konfigurasi OMGWS

Pesawat A320 memiliki OMGWS antara 6 m dan 9 m, diklasifikasikan sebagai kode 4, membutuhkan lebar landas pacu 45 m.

- Pelebaran Landasan Pacu

Lebar landas pacu H.Asan-Sampit 30 m tidak memadai untuk Airbus A320; perlu pelebaran 15 m agar memenuhi standar keselamatan.

Code Letter	Golongan Pesawat	Prefered Slope (%)	Minimum Slope (%)	Maximum Slope (%)
A	I	2	1.5	2.5
B	II	2	1.5	2.5
C	III	1.5	1	2
D	IV	1.5	1	2
E	V	1.5	1	2
F	VI	1.5	1	2

Rencana Slope Melintang Landas Pacu

Perencanaan pelebaran landas pacu H.Asan-Sampit mencakup kemiringan 1,5% untuk sistem drainase.

- Perencanaan Tebal Perkerasan Landasan Pacu

Penentuan ketebalan perkerasan di Bandar Udara H.Asan-Sampit diperlukan untuk mendukung operasional pesawat A320 secara optimal.

Tipe Pesawat	Annual Departure	MTOW (Kg)	CBR Subgrade
Airbus A320-200	9.830	77.000	6%
Boeing 737-500	4.159	60.560	

Rencana Induk Bandar Udara H.Asan-Sampit

Informasi tentang konfigurasi roda pendaratan, keberangkatan tahunan, dan MTOW pesawat diperoleh.

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

a. Airbus A320

$$\text{Wheel Load} = 0,95 \times 77.000 \times \frac{1}{4} = 18.287,5 \text{ kg}$$

b. Boeing 737-500

$$\text{Wheel Load} = 0,95 \times 60.560 \times \frac{1}{4} = 14.383 \text{ kg}$$

Equivalent Annual Departure adalah total keberangkatan pesawat tahunan di bandar udara, dikonversi menjadi nilai beban pesawat rencana terkritik, penting dalam perencanaan tebal perkerasan landas pacu[5].

NO	JENIS PESAWAT	KONFIGURASI RODA	BEBAN PESAWAT	ANNUAL DEPARTURE	EQUIV DUAL GEAR DEPART.	BEBAN RODA	BEBAN RODA PESAWAT TERKRITIS	LOG R ₂	(W1/W2) ^{1/4}	LOG R ₁	EQUIV. ANNUAL DEPARTURE
1	Airbus A320	Dual Wheel	77.000	9.830	9.830	18.287,5	18.287,5	3.993	1	3.993	9.830
2	B737-500	Dual Wheel	60.560	4.159	4.159	14.383	18.287,5	3.619	0,8868	3.209	1.620
Sumber : KP 93 Tahun 2015										TOTAL	11.450

Perhitungan Equivalent Annual Departure

Keterangan :

Kolom 6 : Kolom 5 x faktor konversi roda

Kolom 7 : Kolom 4 x 95% / jumlah roda pada main gear

Kolom 8 : Beban roda terbesar pada kolom 7 (pesawat kritis)

Kolom 9 : Log (Kolom 6)

Kolom 10 : (Kolom 7 / Kolom 8)^{0.5}

Kolom 11 : Kolom 9 x Kolom 10

Kolom 12 : Invers log (Kolom 11)

Perhitungan Equivalent Annual Departure mengonversi beban operasional pesawat ke ekuivalen. Berikutnya untuk memastikan keakuratan data pada tabel sebelumnya, nilai Equivalent Annual Departure juga dapat dihitung secara langsung dengan menggunakan rumus perhitungan yang telah ditetapkan, sebagai berikut :

$$\log R1 = \log R2 \times \left(\frac{W2}{W1}\right)^{0.5}$$

Dimana :

R1 = *Annual Departure* pesawat kritis/pesawat desain

R2 = *Annual Departure* yang dinyatakan dalam *landing gear* pesawat

W1 = Beban roda pesawat kritis/desain

W2 = Beban roda pesawat yang dikonversi

Interpolasi R dihitung dari R1 hasil perpangkatan.

1. Airbus A320

$$\log R1 = \log 9.830 \times \left(\frac{18.287,5}{18.287,5}\right)^{0.5}$$

$$\log R1 = 3,993 \times 1$$

$$\log R1 = 3,993$$

$$R1 = 10^{3,993}$$

$$R1 = 9.830 \text{ annual departure}$$

2. B737-500

$$\log R1 = \log 4.159 \times \left(\frac{14.383}{18.287,5}\right)^{0.5}$$

$$\log R1 = 3.619 \times 0,8868$$

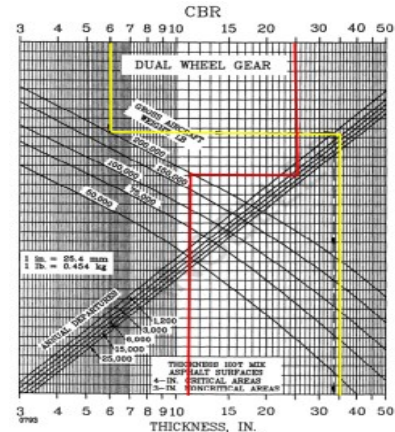
$$\log R1 = 3.209$$

$$R1 = 10^{3.209}$$

$$R1 = 1.620 \text{ annual departure}$$

Total nilai annual departure sebesar 11.450 pergerakan pesawat penting untuk perencanaan tebal perkerasan di Bandar Udara H.Asan-Sampit. Setelah nilai Equivalent Annual Departure didapat, ketebalan struktur perkerasan landas pacu ditentukan berdasarkan data penting seperti CBR, MTOW pesawat utama, dan jumlah pergerakan tahunan yang diubah menjadi

Equivalent Annual Departure. Airbus A320 digunakan sebagai acuan dengan MTOW 170.635 lbs dan 11.450 pergerakan, dibulatkan menjadi 11.000 pergerakan dan 200.000 lbs untuk desain perkerasan.



Grafik Perkerasan (Dual Wheel)

Keterangan :

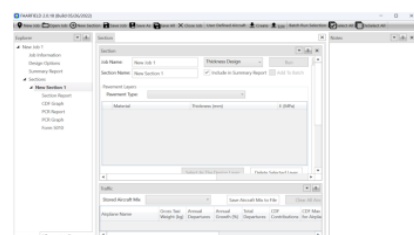
— : Garis untuk tebal perkerasan total (CBR 6%)

— : Garis untuk tebal perkerasan total (CBR 25%)

Tahapan pemetaan grafik ketebalan perkerasan dimulai dengan menarik garis dari nilai CBR subgrade sebesar 6 ke bawah hingga garis beban, lalu ke kanan menuju garis annual departure, dan ke bawah untuk mengetahui ketebalan perkerasan. Untuk subbase, dengan CBR 25%, diperoleh ketebalan 28 cm. Ketebalan permukaan di daerah kritis adalah 10 cm, sedangkan di daerah non-kritis 7,5 cm. Ketebalan base course dihitung menjadi 17 cm, dengan ketebalan total perkerasan mencapai 89 cm.

Berikut Langkah-langkah dalam perhitungan tebal perkerasan menggunakan program FAARFIELD 2.0.18 :

- Buka program FAARFIELD dan pilih new job.

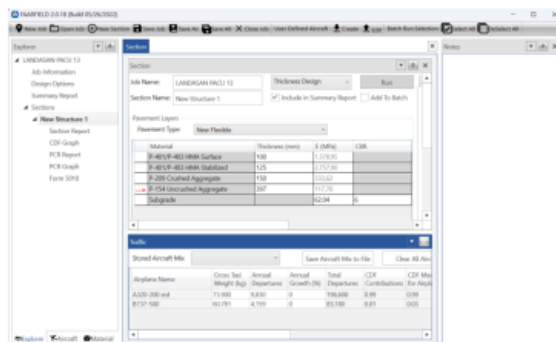


- Mengubah Komposisi Lapisan Perkerasan

Struktur perkerasan perlu dimodifikasi dengan menambahkan lapisan P-154 di bawah P-209.

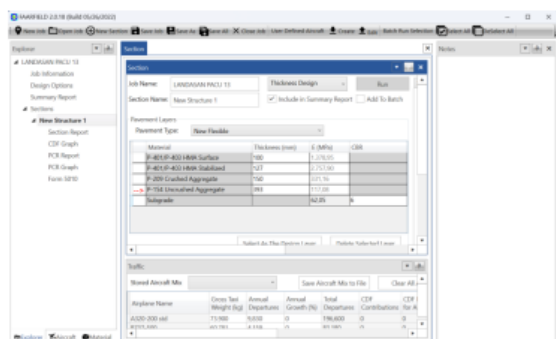
Layer Type	FAA Specification Item	Maximum aircraft gross weight operating on pavement, lbs (kg)		
		<60.000 (27.215)	<100.000 (45.360)	≥100.000 (45.360)
Asphalt surface	P-401/P-403	3 in (75 mm)	4 in (100 mm)	4 in (100 mm)
Stabilized Base	P-401 or P-403; P-304; P-306	Not required	Not required	5 in (125 mm)
Crushed Aggregate Base	P-209, P-211	Not required	6 in (150 mm)	6 in (140 mm)
Aggregate Base	P-207, P-208, P-210, P-212, P-213, P-219	6 in (75 mm)	n/a	n/a
Drainable Base (When Used)	P-307, P-407	Not required	6 in (150 mm) when used	6 in (15 mm) when used
Subbase	P-154	6 in (150 mm) (if required)	6 in 150 mm) (if required)	6 in (150 mm) (if required)

Minimum Tebal Lapisan Perkerasan Lentur



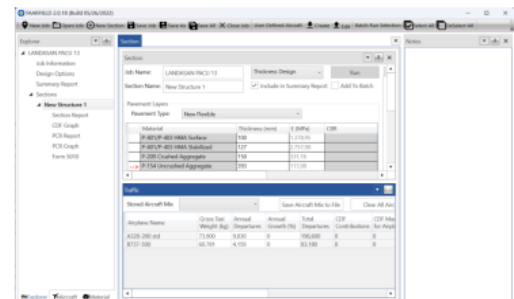
Mengubah Komposisi Perkerasan

- Mengubah Nilai Subgrade CBR
- Nilai CBR subgrade landas pacu 6%.



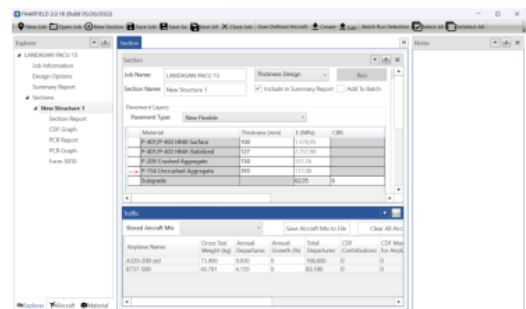
Mengubah Nilai Subgrade CBR

- Mengubah Data Pesawat
- Modifikasi data pesawat dengan memasukkan angka keberangkatan.



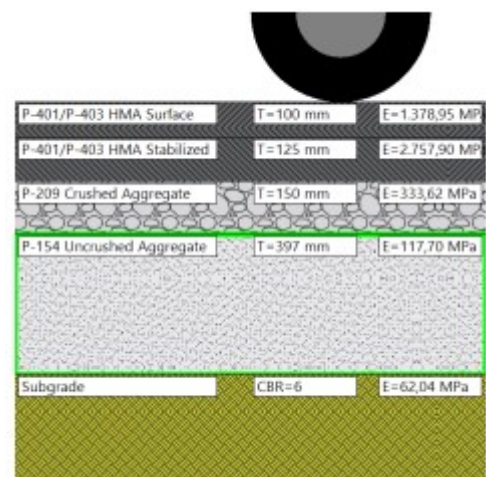
Input Data Pesawat

- Menganalisa Hasil Desain Struktur
- Struktur perkerasan dianalisis FAARFIELD.



Menu Analisa FAARFIELD

- Hasil Desain Struktur
- Ketebalan lapisan perkerasan: subbase, base, stabilized, surface.



Hasil Desain Struktur Perkerasan FAARFIELD

- Perhitungan Nilai PCN Menggunakan COMFAA 3.0

Penentuan nilai PCN dilakukan setelah perhitungan ketebalan menggunakan COMFAA dan Excel.

No.	Jenis Material	Manual FAA	FAARFIELD
1	Surface (P-401/P-403)	10 cm	10 cm
2	Stabilized Base (P-401/P-403)	-	12,5 cm
3	Base Course (P-209)	17 cm	15 cm
4	Subbase (P-154)	61 cm	39,7 cm
5	Subgrade	6%	6%
Total		88 cm	77 cm

Rekapitulasi Tebal Perkerasan

Hasil Tebal evaluasi perhitungan metode manual FAA didapatkan hasil sebesar 917 mm dengan rincian pada gambar yang disajikan di bawah ini.

The screenshot shows the 'COMFAA Inputs' section with the following values:

- Evaluation thickness t = 917 mm
- Evaluation CBR = 6.0
- Recommended PCN Codes: F/C/X

Hasil Evaluasi Tebal Dari Metode Manual FAA

The screenshot shows the 'COMFAA Inputs' section with the following values:

- Evaluation thickness t = 956 mm
- Evaluation CBR = 6.0
- Recommended PCN Codes: F/C/X

Hasil Evaluasi Tebal Dari Metode FAARFIELD

Setelah penyesuaian data pesawat, menu PCN Flexible Batch dipilih untuk menghitung nilai PCN. Metode manual FAA menghasilkan nilai 49, FAARFIELD 51.

The screenshot shows the 'PCN Values' table with the following results:

No.	Material	Thickness (mm)	Allowable (mm)	Ratio	PCN
1	Surface	10	10	1.0	49
2	Stabilized Base	12.5	12.5	1.0	51
3	Base Course	15	15	1.0	49
4	Subbase	39.7	39.7	1.0	51
5	Subgrade	6	6	1.0	49

Hasil PCN dari software COMFAA 3.0 Metode Manual FAA

The screenshot shows the 'PCN Values' table with the following results:

No.	Material	Thickness (mm)	Allowable (mm)	Ratio	PCN
1	Surface	10	10	1.0	51
2	Stabilized Base	12.5	12.5	1.0	51
3	Base Course	15	15	1.0	51
4	Subbase	39.7	39.7	1.0	51
5	Subgrade	6	6	1.0	51

Hasil PCN dari software COMFAA 3.0 Metode FAARFIELD

Hasil perhitungan ketebalan perkerasan menunjukkan bahwa nilai PCN 51 F/C/X/T memenuhi persyaratan. Ketebalan 6D-Thick lebih rendah dari evaluation thickness, menandakan perkerasan layak menahan beban pesawat. Nilai CDF 0,4309 menunjukkan struktur perkerasan dalam batas aman. Kesimpulannya, ketebalan perkerasan cukup untuk mendukung operasional pesawat secara optimal.

- Hasil Akhir Perencanaan Struktur Landas Pacu.

Rekapitulasi hasil akhir perhitungan tebal struktur perkerasan landas pacu serta nilai PCN yang diperoleh melalui metode manual FAA dan aplikasi FAARFIELD disajikan pada tabel berikut :

No.	Metode	Thickness				PCN COMFAA	ACN A320
		Surface	Stabilized base	Base course	Subbase		
1	Manual FAA	10 cm	-	17 cm	61 cm	49 F/C/X/T	47
2	FAARFIELD	10 cm	12,5 cm	15 cm	39,7 cm	51 F/C/X/T	47

Rekapitulasi Hasil Akhir Perhitungan Struktur dan Nilai PCN

Hasil nilai PCN memenuhi syarat ACN pesawat, dengan FAARFIELD sebagai metode yang lebih efisien dan direkomendasikan FAA, memungkinkan perencanaan optimal untuk perpanjangan dan pelebaran landas pacu.

- Menentukan Rencana Anggaran Biaya

Setelah perhitungan volume dilakukan, Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk perpanjangan dan pelebaran landas pacu disusun menggunakan metode FAARFIELD.

REKAPITULASI RAB PERPANJANGAN DAN PELEBARAN RUNWAY					
NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A. PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	Pekerjaan Pengukuran (m ²)	M ²	50700	Rp 5.762.98	Rp 292.183.086.00
2	Pekerjaan Pembersihan (m ²)	M ²	50700	Rp 850.00	Rp 43.095.000.00
B. PEKERJAAN PERPANJANGAN DAN PELEBARAN RUNWAY					
1	Pekerjaan Subbase Tebal 39,7 cm	M ³	20127.9	Rp 393.796.13	Rp 7.926.289.145.15
2	Pekerjaan Base Course Tebal 15 cm	M ³	7605	Rp 732.549.42	Rp 5.571.038.360.39
3	Pekerjaan Prime Coat AC 60/70 2.5 kg/m ²	M ²	50700	Rp 51.830.46	Rp 2.627.804.322.00
4	Pekerjaan Asphalt Treated Base (ATB) Tebal 7,5 cm	M ²	50700	Rp 302.836.94	Rp 15.353.832.918.84
5	Pekerjaan Tack Coat AC 60/70 1.5 kg/m ²	M ²	50700	Rp 31.080.46	Rp 1.575.779.322.00
6	Pekerjaan Asphalt Treated Base (ATB) Tebal 5 cm	M ²	50700	Rp 202.052.91	Rp 10.244.082.724.59
7	Pekerjaan Tack Coat AC 60/70 1.5 kg/m ²	M ²	50700	Rp 31.080.46	Rp 1.575.779.322.00
8	Pekerjaan Asphalt Concrete (AC) Tebal 5 cm	M ²	50700	Rp 223.580.24	Rp 11.335.518.051.39
9	Pekerjaan Tack Coat AC 60/70 1.5 kg/m ²	M ²	50700	Rp 31.080.46	Rp 1.575.779.322.00
10	Pekerjaan Asphalt Concrete (AC) Tebal 5 cm	M ²	50700	Rp 223.580.24	Rp 11.335.518.051.39
				JUMLAH	Rp 69.456.699.625.76
				PPN 11%	Rp 7.640.236.958.83
				TOTAL	Rp 77.096.936.584.59
				DIBULATKAN	Rp 77.097.000.000.00

Terbilang : Tujuh Puluh Tujuh Milyar Sembilan Puluh Tujuh Juta Rupiah

Rencana Anggaran Biaya

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan Analisa Harga Satuan Kab. Kotawaringin Timur Tahun 2025 serta PM 78 Tahun 2014 tentang Standar Biaya di Lingkungan Kementerian Perhubungan diperoleh estimasi anggaran yang dibutuhkan Adalah sebesar Rp 77.097.000.000,00.

PENUTUP

- Kesimpulan

Perencanaan perpanjangan dan pelebaran landas pacu Bandar Udara H.Asan-Sampit untuk pesawat Airbus A320 meliputi:

1. Panjang landas pacu diperpanjang 440 m menjadi 2.500 m, lebar ditambah 15 m total menjadi 45 m.
2. Ketebalan perkerasan total 77 cm terdiri dari lapisan subbase 39,7 cm, base course 15 cm, stabilized base 12,5 cm, dan surface course 10 cm.
3. Nilai PCN adalah 51 F/C/X/T, cocok untuk ACN 47 dari Airbus A320.
4. Total anggaran biaya proyek Rp 77.097.000.000,00.

- Saran

Berdasarkan analisis proyek ini, penulis menyarankan:

- 1) perlunya perencanaan dimensi taxiway, apron, dan runway strip di Bandar Udara H.Asan-Sampit untuk optimalisasi operasional pesawat dan keselamatan;
- 2) analisis sistem drainase setelah perpanjangan runway;
- 3) memasukkan analisis sambungan struktur perkerasan eksisting dengan yang direncanakan dalam penelitian selanjutnya.

Simpulan menyajikan esensi temuan penelitian berdasarkan hasil dan pembahasan yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. 94 T. 2015 Direktur Jendral Perhubungan Udara, “KP 94 Tahun 2015 Tentang Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139-23 {Advisory Circular Casrpart 139-23}, Pedoman Program Pemeliharaan Konstruksi Perkerasan Bandar Udara (Pavementmanagement System) Dengan,” *Kemenhub*, p. 60, 2015.
- [2] A. Design and S. Edition, *Aerodromes*, vol. I, no. July. 2016.
- [3] P. D. J. P. U. N. K. 93, “Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: Kp 93 Tahun 2015,” *Peratur. Direktur Jenderal Perhub. Udar.*, vol. I, p. 534, 2015.
- [4] T. Joko, “Rencana Anggaran Biaya (Rab),” *Kementrian Pekerj. Umum dan Perumah. Rakyat. Badan Pengemb. Sumber Daya Mns. Pus. Pendidik. dan Pelatih. Jalan, Perumahan, Permukiman, dan Pengemb. Infrastruktur Wil.*, no. 17, pp. 1–72, 2018.
- [5] N. A. Pratama and P. P. Surabaya, “Perencanaan perpanjangan dan pelebaran landasan pacu di bandar udara binaka gunungsitoli tugas akhir,” 2022.