

PERENCANAAN PERKERASAN KAKU (TANPA TULANGAN) *SURFACE LEVEL HELIPORT DI BANDAR UDARA LEDE* **KALUMBANG – TAMBOLAKA**

Syahrul Al Ghifari Syafira¹, Siti Fatimah², Agus Triyono³

^{1,2)} Program Studi D3 Teknik Bangunan Dan Landasan, Politeknik Penerbangan Surabaya

³⁾ Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Email: syahrulalghifari91@gmail.com

Abstrak

Bandar Udara Lede Kalumbang – Tambolaka belum memiliki fasilitas *surface level heliport*, sehingga aktivitas pendaratan helikopter selama ini dilakukan di apron, yang berisiko merusak struktur dan mengganggu operasional pesawat komersial. Penelitian ini bertujuan merencanakan struktur perkasan kaku tanpa tulangan untuk *surface level heliport* yang mampu melayani helikopter AW169 sebagai helikopter kritis. Metode yang digunakan adalah metode manual FAA (AC 150/5320-6D), aplikasi FAARFIELD (AC 150/5320-6G), serta aplikasi COMFAA untuk perhitungan nilai PCN. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa ketebalan perkasan yang dibutuhkan adalah 12,7 cm untuk lapisan permukaan dan 10,2 cm untuk lapisan pondasi bawah. Nilai PCN heliport sebesar 10, sedangkan nilai ACN helikopter AW169 sebesar 3,2 dengan berat maksimum 15.045 metrik ton. Dimensi heliport direncanakan 38 m × 38 m dengan marka berukuran 22 m × 22 m. Estimasi total biaya pembangunan berdasarkan standar Gubernur Nusa Tenggara Timur No. 239 Tahun 2024 adalah Rp 3.779.215.000,00. Perencanaan ini diharapkan mampu mengoptimalkan fungsi apron dan meningkatkan keselamatan operasi penerbangan.

Kata Kunci: *Surface Level Heliport*, Perkerasan Kaku, FAA, FAARFIELD, COMFAA

Abstract

Lede Kalumbang Airport – Tambolaka currently lacks a surface level heliport facility, resulting in helicopters landing on the apron, which poses a risk of pavement damage and disrupts commercial aircraft operations. This study aims to design a jointed plain concrete pavement (JPCP) structure for a surface level heliport capable of accommodating the AW169 helicopter as the critical aircraft. The analysis employs the FAA manual method (AC 150/5320-6D), FAARFIELD software (AC 150/5320-6G), and COMFAA software for determining the Pavement Classification Number (PCN). The calculation results show a required pavement thickness of 12.7 cm for the surface layer and 10.2 cm for the subbase layer. The heliport's PCN is 10, while the AW169 helicopter has an ACN of 3.2 with a maximum take-off weight of 15.045 metric tons. The planned heliport dimensions are 38 m × 38 m with a marking area of 22 m × 22 m. The total construction cost, based on the Governor of East Nusa Tenggara Decree No. 239 of 2024, is estimated at IDR 3,779,215,000. This pavement design is expected to optimize apron usage and enhance aviation safety.

Keywords: *Surface Level Heliport*, *Rigid Pavement*, *FAA*, *FAARFIELD*, *COMFAA*

PENDAHULUAN

Bandar Udara Lede Kalumbang-Tambolaka merupakan salah satu bandar udara kelas II yang melayani jalur penerbangan domestik menuju destinasi wisata unggulan di Pulau Sumba, Nusa Tenggara Timur. Meskipun telah lama beroperasi, hingga saat ini bandara tersebut belum memiliki fasilitas *surface level heliport*. Akibatnya, helikopter yang membawa wisatawan atau misi khusus masih melakukan aktivitas pendaratan dan lepas landas di area apron. Hal ini tidak hanya membatasi fungsi apron yang seharusnya diperuntukkan bagi pesawat sayap tetap, tetapi juga berpotensi menimbulkan kerusakan struktur perkerasan apron akibat beban dari helikopter yang cukup tinggi dan intensitas operasionalnya.

Ketidadaan fasilitas heliport yang terpisah dari apron dinilai sebagai kendala teknis yang berdampak langsung pada aspek keselamatan dan efisiensi operasional penerbangan. Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 36 Tahun 2021 serta KP Dirjen Perhubungan Udara Nomor 215 Tahun 2019, setiap bandar udara wajib memenuhi standar teknis dan kelayakan fasilitas penerbangan, termasuk penyediaan tempat pendaratan helikopter yang sesuai dengan karakteristik dan intensitas pergerakannya. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan pembangunan *surface level heliport* yang mampu melayani helikopter terbesar yang beroperasi, yaitu AW169, dengan struktur perkerasan yang kuat dan efisien.

Salah satu solusi teknis yang diusulkan adalah penerapan perkerasan kaku (*rigid pavement*) pada heliport. Struktur ini dipilih karena memiliki daya dukung yang tinggi,

penyebaran beban yang merata, serta biaya pemeliharaan yang lebih rendah dibandingkan dengan perkerasan lentur. Perkerasan kaku terbukti mampu menahan beban dinamis helikopter, khususnya pada proses pendaratan vertikal yang menghasilkan tekanan signifikan pada lapisan permukaan. Dalam konteks ini, metode perhitungan yang digunakan mengacu pada panduan *Federal Aviation Administration* (FAA) melalui *Advisory Circular 150/5320-6D* untuk metode manual serta perangkat lunak FAARFIELD dan COMFAA untuk validasi digital dan penilaian *Pavement Classification Number* (PCN).

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab tiga rumusan masalah utama, yaitu: (1) bagaimana merencanakan tebal perkerasan *surface level heliport* yang mampu menopang beban helikopter AW169; (2) bagaimana merancang desain marka sesuai standar FAA; dan (3) berapa besar estimasi biaya yang diperlukan untuk pembangunan fasilitas tersebut. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada aspek perencanaan struktur dan desain marka tanpa menyertakan aspek drainase maupun evaluasi lokasi secara geoteknis, karena lokasi sudah ditentukan berdasarkan *masterplan* yang tersedia.

Secara teoritik, penelitian ini didukung oleh kajian literatur yang mengulas karakteristik heliport, struktur perkerasan bandar udara, serta metode perhitungan dari FAA. Beberapa penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Tri Susilo (2020) dan Risquullah Danuarta (2024), menunjukkan bahwa penggunaan perkerasan kaku pada heliport memberikan hasil yang efektif dalam menjamin kekuatan struktur dan keamanan operasi. Perbandingan dengan

penelitian terdahulu menunjukkan bahwa perkerasan kaku terdiri dari tiga komponen utama, yaitu subgrade, subbase, dan pelat beton (*surface slab*), dan ketebalan ditentukan berdasarkan data CBR tanah, beban roda helikopter, serta frekuensi tahunan keberangkatan (*annual departure*).

Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam bentuk referensi teknis bagi pengelola bandara dan perencana infrastruktur penerbangan dalam menyediakan fasilitas heliport yang aman, efisien, dan sesuai regulasi. Bagi lingkungan akademik, studi ini diharapkan memperkaya literatur terkait perencanaan konstruksi bandar udara, khususnya dalam konteks pengembangan fasilitas penunjang penerbangan vertikal.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk merancang perkerasan kaku (tanpa tulangan) pada surface level heliport di Bandar Udara Lede Kalumbang – Tambolaka. Fokus utama dalam penelitian ini adalah analisis teknis terhadap struktur perkerasan berdasarkan beban lalu lintas helikopter, data tanah, serta perhitungan ketebalan perkerasan menggunakan metode yang diakui secara internasional.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh komponen struktural yang mendukung pembangunan heliport, dengan objek spesifik berupa area yang telah ditentukan dalam masterplan bandar udara. Data diperoleh melalui kombinasi studi pustaka dan dokumentasi teknis selama pelaksanaan kegiatan On the Job Training (OJT) di Bandar Udara Lede Kalumbang. Peneliti hadir langsung di lokasi untuk melakukan observasi dan pengumpulan data primer berupa nilai CBR tanah dan data

keberangkatan tahunan (annual departure) helikopter, serta data sekunder dari dokumen teknis dan regulasi yang relevan.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menelaah data karakteristik tanah melalui uji CBR, menganalisis jenis dan spesifikasi helikopter terbesar yang akan beroperasi (AW169), serta mengolah informasi dari masterplan bandar udara. Perangkat lunak FAARFIELD dan COMFAA digunakan sebagai instrumen untuk menghitung tebal perkerasan dan menentukan nilai Pavement Classification Number (PCN). Proses analisis dilakukan secara bertahap melalui metode manual FAA dan simulasi digital untuk menghasilkan data yang valid dan terverifikasi.

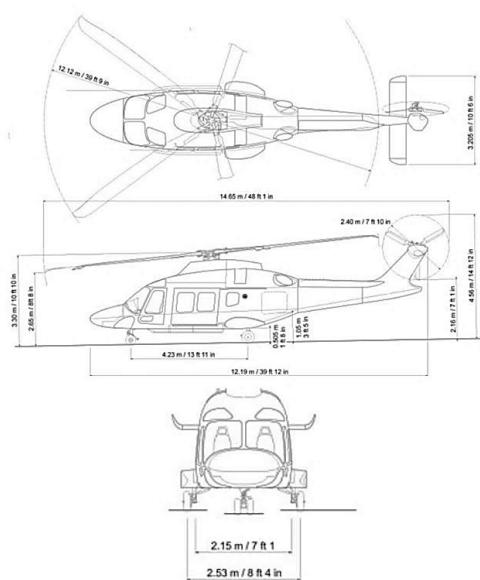
Seluruh hasil perhitungan dibandingkan untuk memperoleh hasil desain struktur perkerasan yang paling sesuai dengan kebutuhan operasional dan karakteristik beban heliport. Validitas hasil dianalisis melalui triangulasi metode antara hasil perhitungan manual dan perangkat lunak. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada Oktober 2024 hingga Maret 2025, mengikuti tahapan mulai dari observasi, pengumpulan data, perencanaan struktur, hingga penyusunan rencana anggaran biaya. Penelitian ini menggunakan spesifikasi alat bantu berupa komputer dengan aplikasi FAARFIELD versi terbaru, COMFAA spreadsheet, dokumen desain helikopter, serta referensi regulasi seperti AC 150/5320-6G dan Keputusan Gubernur NTT No. 239 Tahun 2024 sebagai acuan utama dalam perhitungan teknis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perencanaan Dimensi dan Lokasi *Surface Level Heliport*

Heliport direncanakan di sisi apron eksisting Bandar Udara Lede Kalumbang,

Tambolaka. *Heliport* ini ditujukan untuk mengakomodasi helikopter kritis AW-169, dengan panjang total 14,65 m dan diameter rotor utama 12,12 m. Berdasarkan ketentuan FAA *Advisory Circular* 150/5390-2D, dimensi FATO minimum untuk helikopter AW-169 adalah 22 m × 22 m, sedangkan luas total heliport direncanakan seluas 38 m × 38 m. Pemilihan lokasi mempertimbangkan ketersediaan lahan, keselamatan penerbangan, dan efisiensi operasional.



Gambar 1. Spesifikasi Helikopter AW169
(Sumber : *Leonardo Helicopter*, 2022)

Penentuan dimensi dan lokasi *surface level heliport* merupakan tahap awal dan krusial dalam perencanaan fasilitas penerbangan vertikal. Dalam studi ini, *heliport* direncanakan berada di sisi apron eksisting Bandar Udara Lede Kalumbang – Tambolaka, dengan memperhatikan aspek keselamatan, keterpakaian lahan, dan efisiensi operasional. Pemilihan lokasi tersebut didasarkan pada intensitas pergerakan helikopter yang tinggi, serta untuk menghindari pemakaian apron oleh helikopter yang dapat mengganggu operasi pesawat *fixed-wing*.

Perencanaan dimensi *heliport* mengacu pada dimensi helikopter terbesar yang akan beroperasi, yaitu AW-169. Untuk menentukan dimensi FATO (*Final Approach and Take-Off Area*) dan TLOF (*Touchdown and Lift-Off Area*), digunakan pendekatan berdasarkan diameter rotor utama (RD) dan panjang helikopter (D).

Ketentuan FAA AC 150/5390-2D menyebutkan bahwa:

- Dimensi minimum FATO = 1 × D atau 1 × RD (tergantung standar)
- Dimensi minimum TLOF = 1 × RD

Dengan:

- Panjang Helikopter AW-169: 14,65 m
 - Diameter rotor utama: 12,12 m
- Maka dipilih dimensi:
- TLOF: 22 m × 22 m
 - FATO (keseluruhan heliport): 38 m × 38 m

Lokasi direncanakan di sisi apron eksisting, terpisah dari pergerakan pesawat *fixed-wing*, untuk mengurangi konflik operasional dan mencegah kerusakan perkerasan apron akibat beban titik helikopter.

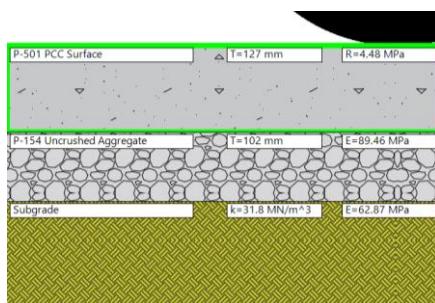
2. Perencanaan Struktur Perkerasan

Kaku (*rigid pavement*)

Metode perhitungan yang digunakan adalah FAA *Advisory Circular* 150/5320-6D (manual) dan aplikasi FAARFIELD (versi 1.42). Perkerasan terdiri dari dua lapisan utama, yaitu:

- a. *Surface course* (lapisan beton): 12,7 cm
- b. *Subbase course*: 10,2 cm

Input utama pada perhitungan meliputi nilai CBR 8% dan nilai modulus reaksi tanah dasar yang dikonversi sebesar 57,6 pci. *Flexural strength* beton diasumsikan sebesar 650 psi, dengan umur rencana 20 tahun.



Gambar 2. Grafik perhitungan tebal slab beton
(Sumber : Olahan penulis)

Struktur perkerasan *heliport* yang direncanakan menggunakan sistem perkerasan kaku (*rigid pavement*) tanpa tulangan, mengingat beban helikopter terdistribusi merata dan karakteristik struktur beton yang cocok untuk beban statis tinggi.

Perkerasan menggunakan sistem *rigid pavement* tanpa tulangan, dengan material beton. Perhitungan dilakukan melalui metode FAA manual dan validasi menggunakan aplikasi FAARFIELD. Ketebalan diperoleh berdasarkan input tanah (CBR), kekuatan beton (*flexural strength*), dan beban helikopter. Rumus-rumus yang digunakan:

- Konversi nilai CBR ke modulus reaksi tanah dasar (k):

$$k=150 \times \text{CBR}$$

Dengan CBR = 8%, maka:

$$k=150 \times 8 = 1.200 \text{ psi/inch} = 57.6 \text{ pci}$$

(modulus reaksi tanah dasar)

- Flexural Strength (Modulus of Rupture):*

$$MR = K \times \sqrt{fc'}$$

Diketahui:

- $MR = \text{Flexural Strength}$
- $K = \text{Konstanta (nilai 8,9,10)}$
- $fc' = \text{Kuat tekan beton (Psi)}$

Maka:

$$MR = 10 \times 4000 = 10 \times 63.25 = 632.5 \text{ psi}$$

- Tebal perkerasan (dari grafik FAA *Section 3 – Rigid Pavement Design*):

Didapat:

- Tebal slab beton (*surface course*) = 12,7 cm
- Tebal *subbase course* = 10,2 cm

Struktur ini dinilai cukup untuk mendukung helikopter AW-169 dengan MTOW 15.045 kg dan frekuensi tahunan (*annual departure*) rendah (< 100 operasi/tahun).

Dari analisis tersebut, diperoleh bahwa ketebalan optimal untuk lapisan permukaan (*surface course*) adalah 12,7 cm, sedangkan lapisan pondasi bawah (*subbase course*) adalah 10,2 cm. Input utama dalam perhitungan meliputi nilai CBR tanah sebesar 8%, yang setelah dikonversi menjadi nilai modulus reaksi tanah dasar sebesar 57,6 pci. Selain itu, *flexural strength* beton diasumsikan 650 psi, dengan umur rencana 20 tahun dan beban helikopter maksimum 15.045 kg. Pemilihan sistem perkerasan kaku juga didasarkan pada efisiensi biaya jangka panjang, minimnya kebutuhan perawatan rutin, dan ketahanan terhadap beban berulang yang berasal dari *landing* dan *take-off* helikopter.

3. Evaluasi Kekuatan dengan Aplikasi COMFAA

Evaluasi kekuatan struktur dilakukan dengan sistem ACN-PCN menggunakan metode ACN-PCN berdasarkan ICAO Aerodrome Design Manual Part 3. Dalam studi ini digunakan aplikasi COMFAA versi terbaru dengan input struktur perkerasan dan data helikopter. Aplikasi COMFAA ini digunakan untuk mengetahui apakah struktur perkerasan yang direncanakan mampu melayani helikopter rencana. COMFAA memberikan nilai PCN (*Pavement Classification Number*) sebagai representasi kapasitas perkerasan, sedangkan ACN (*Aircraft Classification Number*) menggambarkan beban helikopter terhadap perkerasan.

Evaluasi dilakukan menggunakan metode ACN/PCN yang merupakan standar ICAO untuk mengukur kompatibilitas antara kekuatan perkerasan dan beban pesawat/helikopter.

- **ACN (Aircraft Classification Number):**
Dihitung berdasarkan berat pesawat, tipe roda, dan konfigurasi perkerasan.
- **PCN (Pavement Classification Number):**
Dihitung menggunakan *software* COMFAA berdasarkan input struktur dan tanah.

Hasil dari perhitungan:

- ACN AW-169 = 3,2
- PCN heliport (dari COMFAA) = 10

Karena ACN < PCN, maka struktur perkerasan dinyatakan cukup kuat dan aman untuk operasi helikopter AW-169.

Results Table 1. Input Traffic Data								
No. Aircraft Name	Gross Weight	Percent Gross Wt	Tire Press	Annual Deps	20-yr Coverages	6D Thick		
1 AW-19	4.600	95.00	345	3	7	72.9		
2 BELL 206	1.451	100.00	310	10	20	61.7		
3 BELL 407	2.381	100.00	310	3	8	74.1		
4 BELL 505	1.669	100.00	310	10	21	65.9		

Results Table 2. PCN Values								
No. Aircraft Name	Aircraft Total Equiv. Cows.	Critical Aircraft Total Equiv. Cows.	Thickness for Total Equal Cows	Maximum ACN Thick at Gross Weight	Max. Allowable Gross Weight	ACN Thick at Gross Weight	CDF	PCN on C(40)
1 AW-19	18	75.6	15.045	152.37	0.0000	9.5		
2 BELL 206	1.922	72.2	5.265	130.11	0.0000	6.8		
3 BELL 407	14	75.8	7.882	155.77	0.0000	10.0		
4 BELL 505	418	73.1	5.902	136.95	0.0000	7.6		
Total CDF = 0.0000								

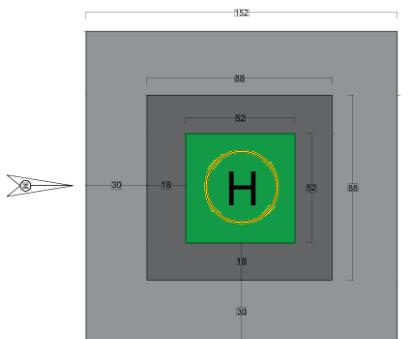
Results Table 3. Rigid ACN at Indicated Gross Weight and Strength					
No. Aircraft Name	Gross Weight	% on Weight	Main Gear Pressure	Tire Thick	ACN on C(40)
1 AW-19	4.600	95.00	345	80.8	3.0
2 BELL 206	1.451	100.00	310	72.3	2.0
3 BELL 407	2.381	100.00	310	90.7	3.2
4 BELL 505	1.669	100.00	310	77.1	2.2

Gambar 3. Output data dari hasil running aplikasi COMFAA
(Sumber : Olahan penulis)

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai PCN untuk heliport adalah 10, sedangkan ACN helikopter AW-169 adalah 3,2. Dengan demikian, ACN < PCN, yang berarti bahwa struktur perkerasan tersebut aman digunakan untuk helikopter rencana. Analisis ini menjadi verifikasi bahwa tebal struktur yang dihitung secara manual dan *software* telah memenuhi standar kekuatan dan keamanan operasi.

4. Desain Marka Surface Level Heliport

Marka permukaan pada *heliport* dirancang mengacu pada FAA AC 150/5390-2D dan KP 215 Tahun 2019, yang mengatur standar teknis dan operasional *heliport* di Indonesia. Marka utama berupa huruf "H" berwarna putih dengan lingkaran putih di sekelilingnya, menandai *Touchdown and Lift-Off Area* (TLOF). Selain itu, marka arah orientasi, identifikasi, dan marka FATO juga dicantumkan agar sesuai dengan prosedur pendaratan dan lepas landas visual oleh pilot.



Gambar 4. Marka Surface Level Heliport
(Sumber : Olahan Penulis)

Desain marka mengacu pada standar visual FAA AC 150/5390-2D dan KP 215 Tahun 2019. Marka utama terdiri dari:

- Huruf "H" putih sebagai simbol utama TLOF
- Lingkaran putih sebagai batas pendaratan
- Marka identifikasi dan arah orientasi (panah dan nama titik)

Dimensi area TLOF direncanakan 22 m × 22 m, sesuai dengan standar minimum untuk helikopter AW-169. Warna, posisi, dan ukuran marka ditetapkan dengan tujuan meningkatkan visibilitas dari udara dan mendukung navigasi visual helikopter, terutama dalam kondisi VFR (*Visual Flight Rules*). Desain marka juga disesuaikan dengan bahan perkerasan beton agar tidak

mudah luntur atau terkelupas akibat gesekan rotor dan roda helikopter.

5. Perkiraan Biaya Konstruksi

Rencana Anggaran Biaya (RAB) disusun berdasarkan harga satuan dalam Keputusan Gubernur Nusa Tenggara Timur No. 239 Tahun 2024. Total estimasi biaya pembangunan *heliport* adalah Rp 3.779.215.000,00. Biaya tersebut mencakup pekerjaan tanah, pengecoran beton, marka, serta biaya alat dan tenaga kerja.

Tabel 1. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan *Surface Level Heliport*
(Sumber: Olahan Penulis)

Komponen Pekerjaan	Biaya (Rp)
Pekerjaan Persiapan	120.000.000
Pekerjaan Tanah	480.000.000
Pekerjaan Perkerasan Beton	2.500.000.000
Pekerjaan Marka	300.000.000
Lain-lain	379.215.000
Total	3.779.215.000

Terbilang : Tiga Miliar Tujuh Ratus Tujuh Puluh Sembilan Juta Dua Ratus Lima Belas Ribu Rupiah

Biaya yang cukup besar ini mencerminkan standar kualitas dan keselamatan dalam pembangunan infrastruktur penerbangan, serta memperhitungkan daya tahan konstruksi dalam jangka waktu operasional yang panjang.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak Bandar Udara Lede Kalumbang – Tambolaka atas dukungan data teknis yang diberikan selama proses perencanaan. Ucapan terima kasih juga disampaikan

kepada Dosen Pembimbing dan seluruh tim penguji Proyek Akhir di Politeknik Penerbangan Surabaya atas bimbingan dan masukan yang sangat berarti dalam penyusunan proyek akhir ini.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pembangunan *surface level heliport* tanpa tulangan di Bandar Udara Lede Kalumbang – Tambolaka layak dilaksanakan, baik dari sisi teknis, struktural, maupun biaya.

Perencanaan dimensi *heliport* yang mengacu pada helikopter kritis AW-169 menghasilkan ukuran FATO 22 m × 22 m dan luas *heliport* 38 m × 38 m, yang telah memenuhi standar FAA AC 150/5390-2D. Struktur perkerasan dirancang menggunakan perkerasan kaku tanpa tulangan dengan ketebalan lapisan beton 12,7 cm dan *subbase* 10,2 cm, berdasarkan metode manual FAA dan validasi aplikasi FAARFIELD. Evaluasi dengan metode ACN-PCN menggunakan aplikasi COMFAA menunjukkan bahwa struktur perkerasan aman untuk helikopter rencana, dengan nilai ACN lebih kecil dari PCN.

Marka permukaan dirancang sesuai ketentuan regulasi nasional dan internasional untuk mendukung navigasi visual yang aman. Total biaya konstruksi sebesar Rp 3.779.215.000,00 dianggap wajar dan sesuai dengan ruang lingkup pekerjaan serta standar mutu penerbangan sipil. Esensi dari temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan desain *heliport* berbasis regulasi internasional dapat diterapkan secara efektif di lingkungan bandara regional Indonesia, dengan hasil perencanaan yang efisien, aman, dan layak untuk diimplementasikan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah diperoleh, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya untuk mempertimbangkan aspek sistem drainase guna mendukung operasional helikopter secara optimal.
2. Penelitian ini masih terbatas pada aspek keselamatan berupa panduan marka. Oleh karena itu, diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat dikaji juga untuk alat bantu penerangan pada heliport untuk meningkatkan keselamatan operasional, terutama saat kondisi cuaca buruk atau penerbangan malam hari

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Danuarta Mintarto, R. (2024). Perencanaan Perkerasan Kaku Pada Surface Level Heliport Di Bandar Udara Kalimara Berau - Kalimantan Timur. Repository Poltekbang Surabaya.
- [2] Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (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*).
- [3] Direktur Jenderal Perhubungan Udara. (2015). KP 40 Tahun 2015 Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (*Manual of Standard CASR – Part 139*) Volume II Bandar Udara (*Aerodrome*). Direktur Jenderal Perhubungan Udara.
- [4] Dos Santos, M. (2022). Perencanaan Perkerasan Kaku Pada *Surface Level Heliport* Di Bandar Udara Rahadi Oesman Ketapang – Kalimantan Barat. Poltekbang Prodi TBL.
- [5] Eka, A. (2019). Perencanaan Perkerasan Pada Perluasan *Apron* Di Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado. Jurnal Penelitian Politeknik Penerbangan Surabaya Edisi XXVIII, 5.
- [6] *Federal Aviation Administration.* (2016). *AC 150/5320-6F, Airport Pavement Design and Evaluations.*
- [7] *Federal Aviation Administration.* (2021). *Advisory Circular :150/5320-6G – Airport Pavement Design and Evaluation.*
- [8] Miqdad Fahmi, M. (2020). Perencanaan Kontruksi Rigid di Apron Bandar Udara Rahadi Oesman Ketapang - Kalimantan Barat. Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan).
- [9] Susilo, T. (2020). Perencanaan Struktur Perkerasan Kaku *Surface Level Heliport* Di Bandar Udara Sultan Muhammad Kaharuddin Sumbawa Besar. Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan), 4(1).