

**PERENCANAAN PERKERASAN KAKU *SURFACE LEVEL HELIPORT* DI
BANDAR UDARA AJI PANGERAN TUMENGGUNG PRANOTO**

Mukhammad Rizky Rokhmattulloh, Dr. Wiwid Suryono, S.Pd, MM., Ranatika
Purwayudhaningsari, S.T., M.T.

Politeknik Penerbangan Surabaya

Corresponding Author: Mukhammad Rizky Rokhmattulloh

muhammadrizkyr@gmail.com

ARTICLE INFO

Kata Kunci: *Surface Level Heliport*, Metode FAA, FAARFIELD, Rancangan Anggaran Biaya (RAB), Bandar Udara Aji Pangeran Tumenggung Pranoto Kalimantan Timur

ABSTRAK

Bandar Udara Kelas 1 Aji Pangeran Tumenggung Paranoto ini sudah beroperasi sejak tahun 2018, tetapi sampai saat ini belum memiliki fasilitas *Surface Level Heliport* untuk pesawat helikopter *take-off landing* dibagian Apron. Untuk tidak mengganggu penerbangan pesawat lainnya sehingga direncanakan pembuatan *surface level heliport* di utara apron menggunakan perkerasan kaku. Perkerasan kaku dipilih karena biaya perawatannya murah dan awet. Analisis perhitungan tebal perkerasan yang diperoleh yaitu tebal *surface* 13 cm dan tebal *subbase* 12,7 cm, didapatkan nilai PCN 9,6 dan ACN 6,5 berdasarkan helikopter terkritis yaitu BELL 412 dengan berat maksimal 11.900 lbs dan hasil volume perencanaan sebesar 50m x 50m x 0,26m³. Perencanaan perkerasan *surface level heliport* ini membutuhkan Rancangan Anggaran Biaya sebesar Rp. 2.103.713.000,00.

PENDAHULUAN

Dalam Peraturan (Kementerian Perhubungan, 2019) nomor 215 tentang Standar Teknis Dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (Manual Of Standard Casr Part 139) Volume II Tempat Pendaratan Dan Lepas Landas Helikopter (*Heliport*) menjelaskan bawah heliport adalah tempat pendaratan dan lepas landas helikopter di daratan (*surface level heliport*), di atas gedung (*elevated heliport*) di anjungan lepas pantai/kapal (*helideck*), dan shipboard. Mematuhi standar teknis dan operasional yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara sangat penting dalam pembangunan dan pengoperasian heliport.

Hal ini memastikan dedikasi yang teguh untuk menjaga keselamatan penerbangan. Perencanaan yang efektif memainkan peran penting dalam keberhasilan pekerjaan di bandara. Studi ini bertujuan untuk menentukan hasil perhitungan untuk konstruksi perkerasan kaku yang dirancang untuk mengakomodasi helikopter Bell 412, helikopter terbesar yang beroperasi.

Bandar Udara Kelas 1 Aji Pangeran Tumenggung Paranoto berada di Kota Samarinda, Kalimantan Timur dengan kode IATA; AAP, ICAO; WALI. Nama bandara ini diambil dari Gubernur Kalimantan Timur yang pertama, yaitu A.P.T. Pranoto. Bandara Aji Pangeran Tumenggung Pranoto berlokasi di Jalan Poros Samarinda-Bohtang, Kelurahan Sungai Siring, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur.

Bandar Udara Aji Pangeran Tumenggung selalu menjadi *Home Base* untuk pesawat helikopter yang beroperasi untuk kepentingan TNI POLRI yang sedang ada tugas negara di Samarinda dan sekitarnya. Selain itu, ada juga kegiatan operasional lain yang mengakibatkan pesawat helikopter sering *take-off landing* di area *apron* yang tidak ada marking helipad. Akibat dari itu, akan ada perencanaan perluasan apron dan pembuatan marking helipad.

TINJAUAN PUSTAKA

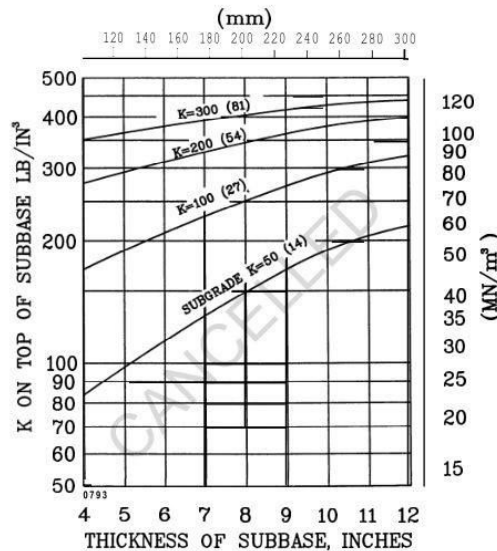
Heliport

Heliport adalah tempat helikopter pendaratan dan lepas landas di daratan (*surface level heliport*), yang terletak di atas gedung (*elevated* 215) di anjungan lepas pantai atau kapal. Peraturan (Kementerian Perhubungan, 2015) Nomor: KP 40 Tahun 2015 tentang standar teknis dan operasi peraturan keselamatan penerbangan sipil bagian 139 (Manual of Standard CASR-Part 139) Volume II.

Metode Manual FAA

Menghitung ketebalan perkerasan melibatkan analisis setiap lapisan dengan menggunakan grafik, seperti yang diuraikan dalam metode FAA-AC No. 150/5320-6D: 150/5320-6D (Divisi Teknik Bandara, tanpa tahun). Perhitungan dimulai dengan memproses data awal, seperti data kekuatan tanah dasar (CBR Subgrade). Kemudian, keberangkatan tahunan ekuivalen dihitung, diikuti dengan menentukan kekuatan lentur (kekuatan tarik).

Informasi ini kemudian dapat diplot pada grafik untuk menentukan ketebalan tanah dasar dan ketebalan pelat beton, seperti yang digambarkan pada gambar di bawah ini:

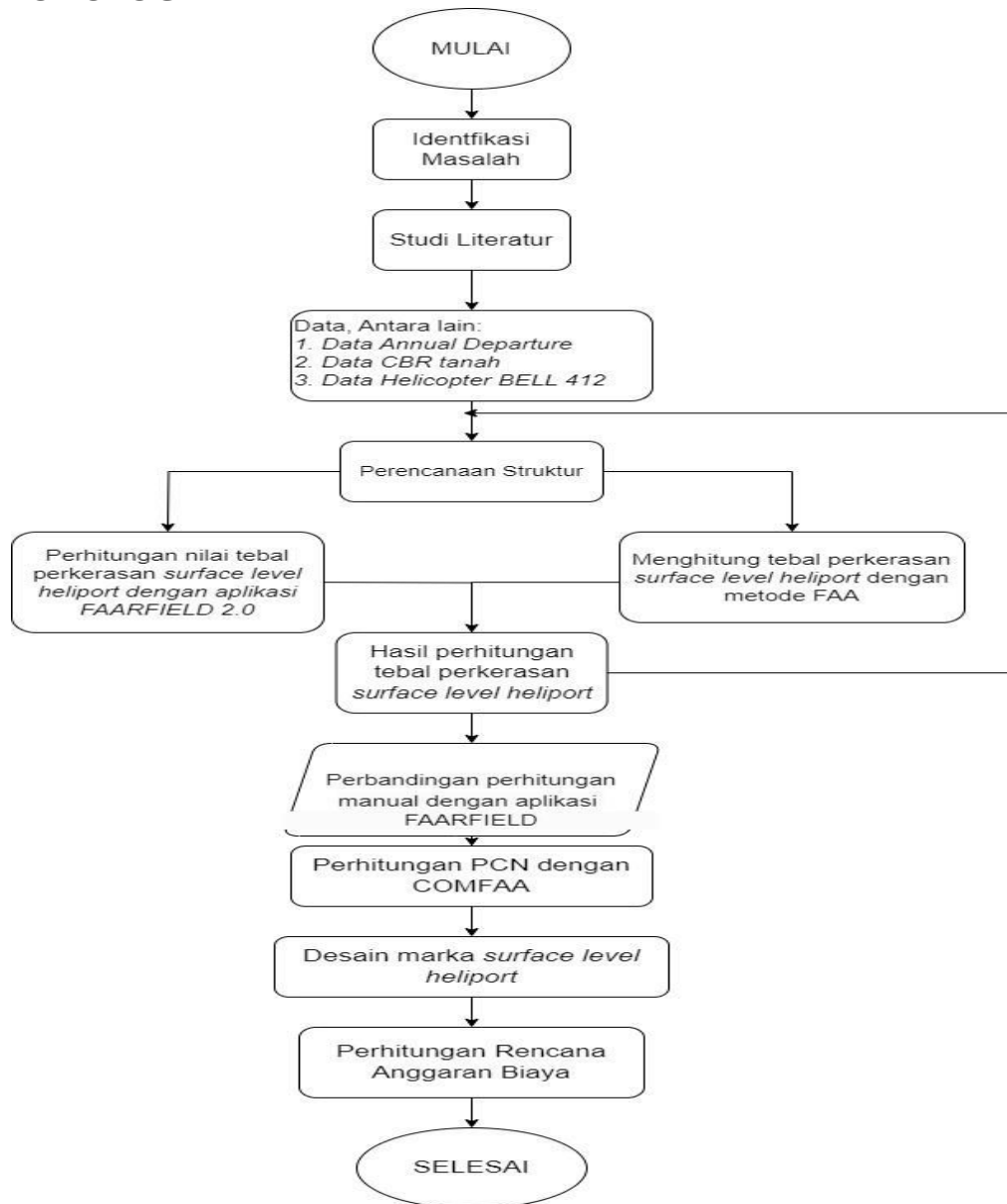


Gambar 1. Grafik Perhitungan Tebal Subbase

Software FAARFIELD

FAARFIELD singkatan dari Federal Aviation Administration Rigid and Flexible Iterative Elastic Layered Design, adalah perangkat lunak komputer yang secara khusus dikembangkan untuk menentukan ketebalan yang sesuai untuk perkerasan lentur dan kaku yang digunakan dalam konstruksi landasan pacu, heliport, taxiway, dan apron. Proses perhitungan dan desain ketebalan dalam aplikasi ini diturunkan dari metode FAA-AC No. 150/5320-6F, khususnya 150/5320-6F.

METODOLOGI



Gambar 2. Bagan Alir

Study literatur

Untuk perencanaan perkerasan kaku (Rigid pavement) di tingkat lantai heliport Bandar Udara Aji Pangeran Tumenggung Pranoto di Kalimantan Timur, metode yang digunakan yaitu manual FAA pada *Advisory Circular No 150/5320-6D "Airport Pavement Design and Evaluation"*.

HASIL PENELITIAN

Hasil Perhitungan Tebal Perkerasan *Surface Level Heliport*

Didapatkan hasil perhitungan tebal perkerasan kaku menggunakan *software* FAARFIELD, manual FAA. Maka berikut adalah hasil dari kedua metode pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Manual FAA dan FAARFIELD

Metode	Output
FAARFIELD	<ul style="list-style-type: none"> • Tebal Surface : 5inch atau 13cm • Tebal Subbase: 6inch atau 15cm • Total tebal : 11inch atau 27,94cm • Maximum Berat kotor : 23.303lbs

Didapatkan hasil seperti diatas perhitungan *Surface Level Heliport*, digunakan hasil perhitungan dengan menggunakan program FAARFIELD dan COMFAA dikarenakan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

- a. Peraturan terbaru *Airport Pavement Design and Evaluation* yang dikeluarkan FAA adalah *Advisory Circular 150/5320-6G* yang berisi pedoman *Airport Pavement Design and Evaluation* menggunakan program FAARFIELD
- b. Regulasi yang berlaku dikeluarkan oleh manual FAA mengenai perhitungan perhitungan berat kotor maksimum yang diizinkan, tertulis pada *Advisory Circular 150/5320-6G*.

PEMBAHASAN

Perhitungan Perencanaan Dimensi Surface Level Heliport

Di bawah ini adalah tabel helicopter terkritis yang beroperasi di bandar udara aji pangeran tumenggung pranoto.

Tabel 2. Spesifikasi helicopter terkritis

Spesifikasi Helikopter Rencana BELL 412		
Uraian	Spesifikasi	
Panjang Total (D)	49.6 ft	15,11808 m
Panjang Badan Helikopter	43.0 ft	13.13 m
Diameter Baling-baling Utama (RD)	46 ft	14 m
Berat Kosong	6,789 pounds	3,079.439 kg
Berat Maksimum Saat <i>Take-off</i> (B)	11,900 pounds	5,397.7492 kg
Kru	1-2 orang	
Penumpang	13 orang	
Tinggi	15 ft	4.572 m



Gambar 3. Daerah Pergerakan Pesawat

Perhitungan Annual Departure

Perhitungan *annual departure* ekuivalen perkerasan nanti. Berikut adalah perhitungan keberangkatan tahunan ekuivalen untuk pesawat helikopter yang beroperasi di Bandar Udara Aji Pangeran Tumenggung Pranoto - Kalimantan Timur.

$$\text{Log}R1 = (\text{Log}R2) * \left(\frac{W2}{W1}\right)^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (1)$$

$$R1 = 10 \text{Log}^{\text{Log} R2 \times \left(\frac{W2}{W1}\right)^{\frac{1}{2}}} \dots \dots \dots (2)$$

Tabel 3. *Annual Departure*

Jenis pesawat	Gear type			Annual Departure	MTOW (pounds)	Annual Dep Konv	Wheel Load	Wheel Load Pesawat Rencana	Equivalent Annual Departure
	Dari	Ke	Konv			R2	W2	W1	R1
EC-155	Single wheel	Single wheel	1	7	10.692	7	2.539	11.900	7
BELL 412	Skid	Dual wheel	1	46	11.900	46	11.900	11.900	46
TOTAL				53					53
W2	:	Wheel load dihitung dengan menganggap 95% ditumpu oleh roda pendaratan utama, dual wheel mempunyai 4 roda maka = MTOW x 0,95 x 1/4)							
W1	:	Wheel load pesawat kritis/terbesar							

a. EC-155 $\text{Log } R1 = \text{Log } 7 \left(\frac{2.539}{11.900}\right)^{1/2} = 10 \dots \dots \dots (3)$

b. BELL 412 $\text{Log } R1 = \text{Log } 46 \left(\frac{11.900}{11.900}\right)^{1/2} = 46 \dots \dots \dots (4)$

Setelah mendapatkan nilai R1 dari masing masing helicopter maka berikutnya menjumlahkan total sehingga didapat total *equipvalent annual departure* untuk keseluruhan helicopter yaitu sebesar 53 angka tersebutlah yang akan diproyeksikan ke dalam grafik tebal perkerasan.

Perencanaan Tebal Perkerasan Surface Level Heliport

1. Kekuatan Konstruksi Surface Level Heliport

Kekuatan tanah dasar, *subbase, stabilized base* dan kontruksi perkerasan rigid (slab beton) yang direncanakan dapat menopang beban statis oleh helikopter BELL 412 sebesar 11.900 pounds, untuk itu desain kontruksi pada *Surface level heliport* yang mampu menopang beban tersebut dengan rencana penggunaan mutu beton K-350.

Serta, demikian untuk kuat tarik yang menahan dengan penggunaan *wiremesh* dengan nilai yang direkomendasikan adalah antara 600-750 psi dan nilai yang akan digunakan adalah 750 psi.

2. Perhitungan tebal perkerasan surface level heliport secara manual

a. *Subgrade* (Tanah Dasar)

Nilai modulus pondasi pada perkerasan yang kaku (perkerasan yang kaku) direncanakan menggunakan modulus reaksi tanah dasar. Hasilnya akan diplot ke grafik tebal subbase yang terdapa dalam AC 150/5320-6D (metode FAA).

Nilai CBR dapat dikonversi ke nilai modulus reaksi tanah menggunakan rumus berikut:

$$k = \left[\frac{1500 \times CBR}{26} \right]^{0,7788} \dots \dots \dots (5)$$

$k = \text{modulus reaksi tanah dasar}$

Data yang diperoleh didapatkan CBR tanah lapangan minimum 6% sesuai dengan nilai PCN yang terdaftar pada Bandar Udara Aji Pangeran Tumenggung Pranoto yaitu.

$$k = \left[\frac{1500 \times 6,50}{26} \right]^{0,7788} \dots \dots \dots (6)$$

$k = 101,077$ pci dibulatkan 101 pci

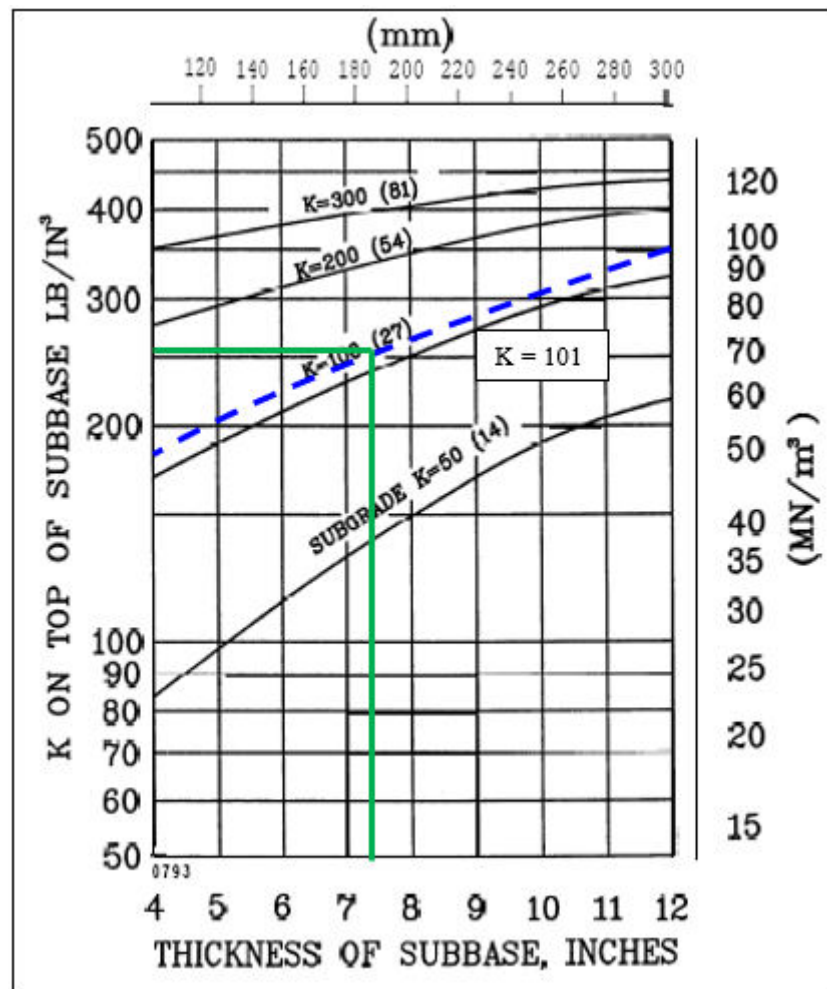
b. *Subbase* (Pondasi Bawah)

Setelah didapatkan nilai modulus reaksi tanah dasar (k), yaitu $k = 101$ pci, maka tebal *subbase* dapat ditentukan dengan *ploting* pada grafik tebal *subbase*. Dengan syarat nilai CBR *subbase* $\geq 25\%$ maka digunakan CBR *subbase* sebesar 25%. Berikut ini adalah perhitungan nilai *subbase*:

$$k = \left[\frac{1500 \times 25}{26} \right]^{0,7788} \dots \dots \dots (7)$$

$K = 289$ pci

Proyeksi nilai k *subgrade* = 101 pci dan k *subbase* = 289 pci pada grafik dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4. Grafik perhitungan tebal subbase

Menurut Doc AC No. 150/5320-6D mendapatkan perhitungan tebal subbase minimum adalah 7,2 inch atau 18,28 cm dibulatkan menjadi 19 cm. Untuk memberikan nilai safety dalam perencanaan tebal subbase.

c. Slab beton

Perencanaan tebal slab beton untuk perkerasan kaku memerlukan proyeksi beberapa nilai ke grafik perhitungan tebal. Kekuatan lentur dan lentur dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

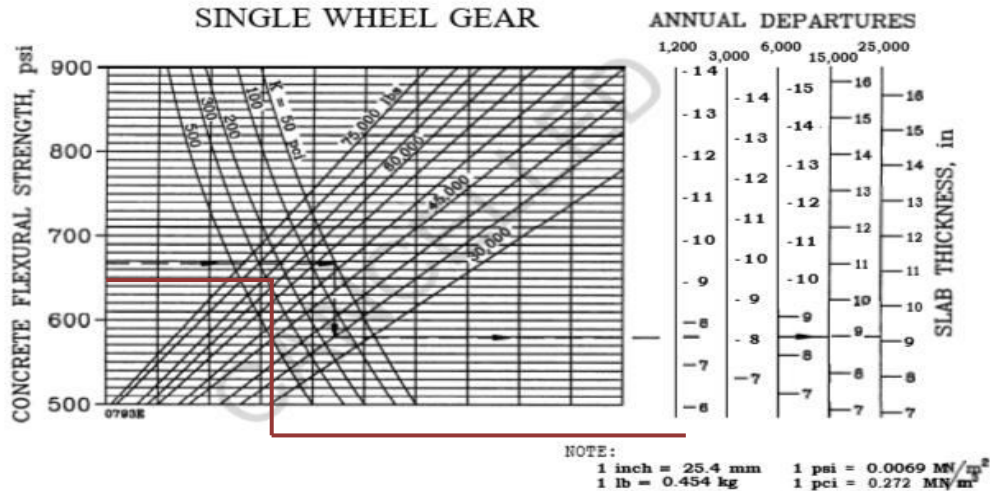
$$MR = K \times \sqrt{f'c} \dots \dots \dots (8)$$

- Keterangan :
- MR = Flexural Strength
 - K = konstanta (nilai 8,9,10)
 - f'c = Kuat tekan beton (Psi)

Direncanakan, mutu beton yang dipergunakan adalah beton dengan mutu K-350 = 350 Kg/cm² = 4.977 Psi dan nilai k = 9, sehingga diperoleh nilai flextural strength sebesar:

$$MR = 9 \sqrt{4977} = 634,93 \text{ Psi} = 650 \text{ Psi}$$

Setelah didapatkan nilai Modulus of Rupture atau modulus keruntuhan atau kuat lendut sebesar 635 psi dibulatkan menjadi 650 psi kemudian dimasukkan ke dalam grafik untuk masing-masing helikopter nilai kuat lendut, harga k , MTOW, dan keberangkatan tahunan. Berikut dapat dilihat pada Gambar di bawah ini:



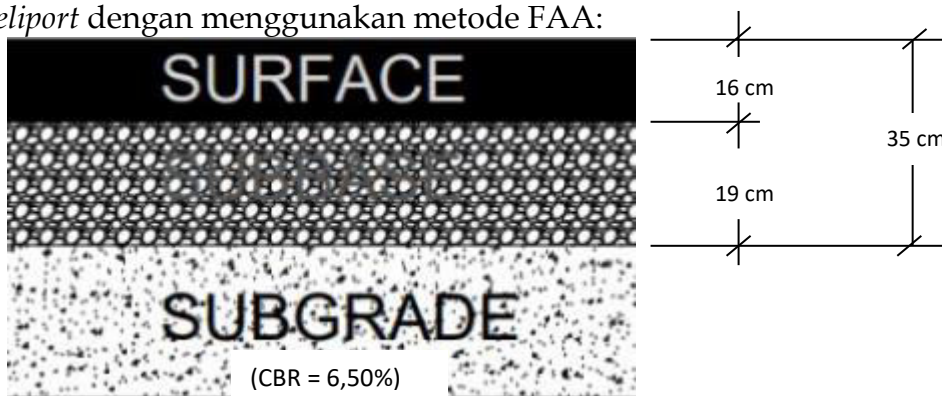
Gambar 5. Grafik perhitungan tebal slab beton

Rencana menggunakan mutu beton K-350 maka dipilih nilai *flexural strenght* 650 psi yang kemudian ditarik pada nilai *K subbase* yaitu 289 pci, setelah itu tarik garis menuju nilai MTOW helikopter rencana, lalu tarik lagi garis nilai tebal perkerasan sesuai *equivalent annual departure* yaitu 53. Dengan menggunakan cara tersebut, maka didapatkan tebal slab beton atau pelat beton adalah 6 inch atau 15,24 cm = 16 cm.

Kemudian dilakukan perhitungan rencana tebal perkerasan kaku pada *surface level heliport* dengan daya dukung tanah dasar (CBR) yang diambil dari nilai minimum di Bandar Udara Aji Pangeran Tumenggung Pranoto yaitu 6,50%. Maka dari itu didapatkan nilai tebal perkerasan seperti berikut:

- Tebal slab beton = 6 inch atau 16 cm ($f_s = 650$ pci)
- Tebal *subbase* = 7,2 inch atau 19 cm ($K = 289$ pci)

Berikut adalah hasil gambar perencanaan tebal perkerasan kaku *surface level heliport* dengan menggunakan metode FAA:



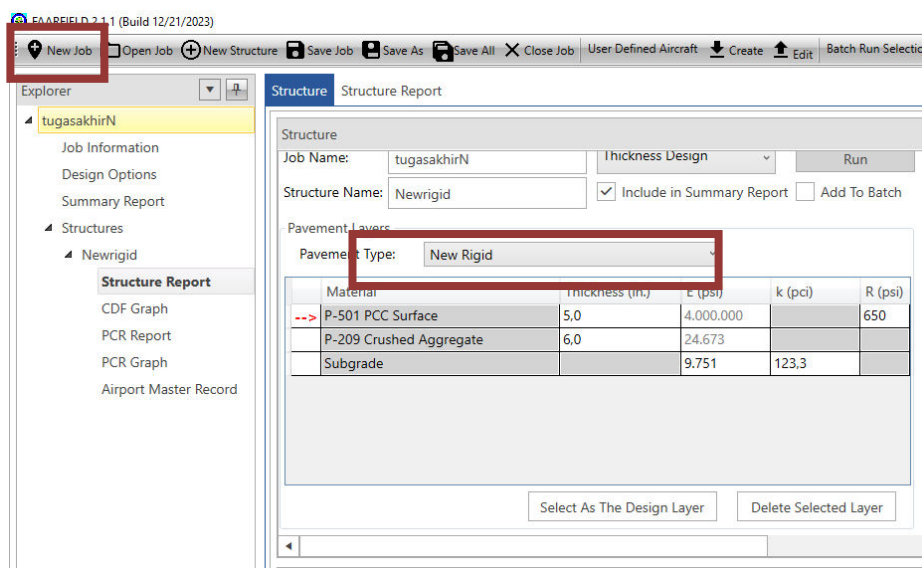
Gambar 6. Rencana tebal perkerasan

3. Perhitungan tebal perkerasan *surface level heliport* menggunakan FAARFIELD

FAARFIELD merupakan proses iterasi baik untuk desain perkerasan, dalam hal ini adalah perkerasan kaku untuk *surface level heliport*. Maka setelah data tanah dasar dan *annual departure* sudah ada. Berikutnya yaitu menggunakan *software* FAARFIELD untuk merencanakan perkerasan kaku, langkah – langkah menggunakan *software* FAARFIELD secara garis besar adalah sebagai berikut:

a. Buat job baru

Klik tab “New Job”, setelah itu *copy* section Name “New Rigid” ke dalam job yang telah di buat.



Gambar 7. Tampilan Startup FAARFIELD

b. Penentuan Struktur yang dipakai

Temui tab "Structure" dan pilih jenis struktur yang akan digunakan untuk perkerasan rigid. Tabel material berikut dapat digunakan dalam perencanaan.

Tabel 4. Ketebalan lapisan minimum untuk struktur perkerasan kaku

Layer Type	FAA Specification Item	Maximum Airplane Gross Weight Operating on Pavement, lbs (kg)		
		<12,500 (5,670)	< 100,000 (45,360)	≥ 100,000 (45,360)
PCC Surface	P-501, Portland Cement Concrete (PCC) Pavements	5 in. (125 mm)	6 in. (150 mm) ¹	6 in. (150 mm) ¹
Stabilized Base	P-401 or P-403; P-304; P-306	Not Required	Not Required	5 in. (125 mm)
Base	P-208, P-209, P-211, P-301	Not Required	6 in. (150 mm) ²	6 in. (150 mm)
Subbase ^{3,4}	P-154, Subbase Course	4 in. (100 mm)	As needed for frost or to create working platform	As needed for frost or to create working platform

Subbase menggunakan item P-154 serta tidak menggunakan *stabilized base* karena berat helikopter rencana <12,500 kg dan item P-501 (*Portland Cement Surface*) atau PCC sebagai permukaan perkerasan *rigid*.

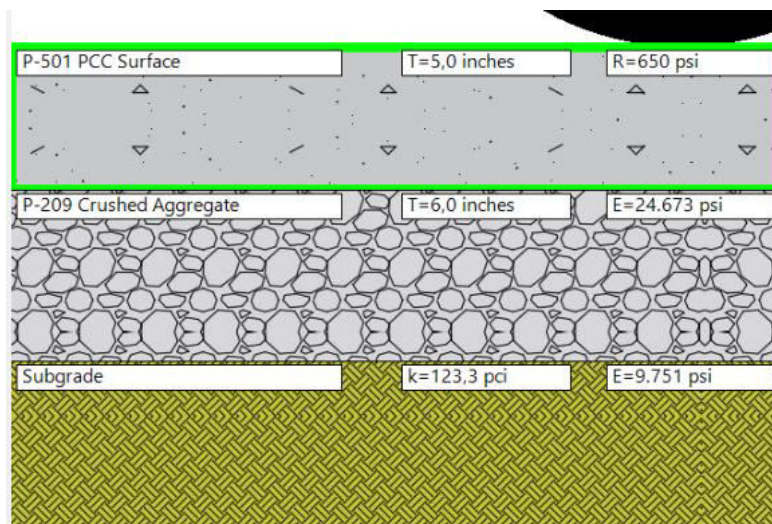
Untuk kekuatan *subgrade* atau tanah dasar, berdasarkan data eksisting, Bandar Udara Aji Pangeran Tumenggung Pranoto memiliki nilai CBR 6,50%, maka nilai *k* dapat dicari dengan cara berikut:

$$k = 28,6926 \times CBR^{0,7788} \dots \dots \dots (2.3)$$

$$k = 28,6926 \times 6,50^{0,7788}$$

$$k = 123,27 \text{ pci}$$

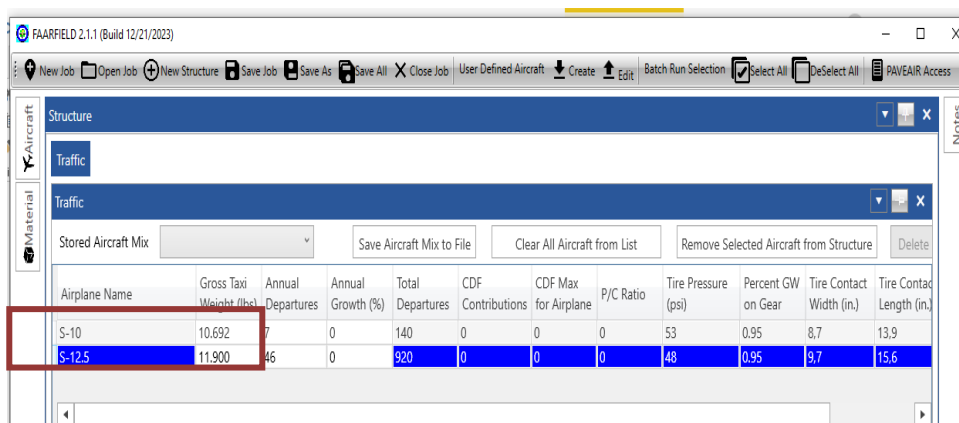
Data yang dibutuhkan sudah didapatkan, maka desain struktur dapat dimodifikasi seperti tampak di bawah ini:



Gambar 8. Hasil modifikasi material yang digunakan

c. Data *annual departure*

Pilih tab "Pesawat" untuk memasukkan data pesawat yang beroperasi dan MTOW nya. Anda juga dapat memasukkan jadwal keberangkatan tahunan untuk setiap tipe pesawat.



Gambar 9. Data helikopter yang beroperasi beserta *annual departure*

d. Hasil tebal perkerasan

Setelah data seperti data pesawat, penerbangan tahunan, jenis perkerasan yang akan digunakan, dan kekuatan tanah dasar saat ini dimasukkan, aplikasi dapat memperkirakan tebal perkerasan rencana.

Hasil perhitungan oleh aplikasi FAARFIELD dapat dilihat di bawah ini:

Pavement Structure Information by Layer						
No.	Type	Thickness (in.)	Modulus (psi)	k (pci)	Poisson's Ratio	Strength R (psi)
1	P-501 PCC Surface	5,0	4.000.000	0	0.15	650
2	P-209 Crushed Aggregate	6,0	24.673	0	0.35	0
3	Subgrade	0	9.751	123,3	0.4	0

Airplane Information				
No.	Name	Gross Wt. (lbs)	Annual Departures	% Annual Growth
1	S-10	10.692	7	0
2	S-12.5	11.900	46	0

Additional Airplane Information				
No.	Name	CDF Contribution	CDF Max for Airplane	P/C Ratio
1	S-10	0,00	0,00	8,92
2	S-12.5	0,00	0,00	7,99

Gambar 10. Hasil perhitungan tebal perkerasan FAARFIELD

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan data yang telah dianalisa dan diperhitungkan maka dapat disimpulkan hasil sebagai berikut:

1. Analisis perencanaan perkerasan *surface level heliport* yang menggunakan aplikasi COMFAA dan FAARFIEELD serta juga menggunakan metode Manual FAA yang dipakai dalam rencana pembuatan *surface level heliport*.
2. Hasil perhitungan tebal perkerasan *surface level heliport* dengan metode perhitungan FAARFIELD yang digunakan untuk perencanaan perkerasan *surface level heliport* sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Metode Perencanaan Perkerasan

FAARFIELD	<ul style="list-style-type: none"> • Tebal Surface : 5inch atau 13cm • Tebal Subbase : 6inch atau 15cm • Total tebal : 11inch atau 27,94cm • Nilai PCN : 9,6 • Nilai ACN : 6,5 • Maximum Berat kotor : 23.303lbs
-----------	--

3. Analisis hasil Rancangan Anggaran Biaya yang dibutuhkan untuk perencanaan perkerasan kaku *Surface Level Heliport* ini sebesar Rp. 2.103.713.000,00 (Terbilang : dua miliar seratus tiga juta tujuh ratus tiga belas rupiah) Berdasarkan dengan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kalimantan Timur tahun 2023.

Saran

Berdasarkan temuan kesimpulan tersebut, disarankan kepada pihak manajemen bandara untuk melakukan beberapa hal berikut ini :

1. Terdapatnya sisa lahan yang sangat banyak di Bandar Udara Aji Pangeran Tumenggung Pranoto disarankan untuk perencanaan dua *Surface Level Heliport* melihat frekuensi banyaknya pesawat helikopter yang *take-off landing*.
2. Tugas akhir saat ini terbatas hanya untuk menghitung tebal perkerasan dan rancangan anggaran biaya, sarannya bisa untuk perencanaan kedepannya dapat melakukan dengan mempertimbangkan proses pelaksanaan pekerjaan.
3. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan lagi untuk membahas perkerasan kaku lebih spesifik.

PENELITIAN LANJUTAN

Penelitian yang dilakukan selanjutnya, dapat dikembangkan lagi untuk membahas struktur tanah, drainase dan struktur perkerasan kaku yang lebih spesifik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penulisan ini, penulis mendapatkan dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Menyadari hal itu, maka dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT, kedua orang tua, Dosen Pembimbing serta pada rekan-rekan TBL 6 yang ikut berpartisipasi dalam memberikan gagasan dan selalu membantu.

DAFTAR PUSTAKA

- A Airport Engineering Division A A S, F. A. (2014). *Advisory Circular (A C) 150/5335-5C, Standardized Method Of Reporting Airport Pavement Strength - PCN, 14 August 2014. Airport Engineering Division, F. (N.D.). AC 150/5320-6D, Airport Pavement Design And Evaluation.*
- Airport Engineering Division, F. (2012). *AC 150/5390-2C, Heliport Design, 24 April 2012. Http://Www.Faa.Gov/ Airports/ Aip/Grant_Assurances/.*
- Asroni, A. (2010). *Balok Dan Pelat Beton Bertulang (1st Ed.). Graha Ilmu. Yogyakarta.*
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Badan Standardisasi Nasional. Www.Bsn.Go.Id*
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI-2847-2019-Persyaratan-Beton-Struktural-Untuk-Bangunan-Gedung-1.*
- Brian Charles S1, S. D. , A. S. (2016). *Analisis Perencanaan Struktur Perkerasan Runway, Taxiway, Dan Apron Bandara Sultan Syarif Kasim Ii Menggunakan Metode Faa. Jurnal Jom FTEKNIK. Vol.3.*
- Direktur Jenderal Perhubungan. (2005). *SKEP/003/I/2005 Tentang Pedoman Teknis Perancangan Rinci Konstruksi Landasan Pacu (Runway) Dan Landasan Parkir (Apron) Pada Bandar Udara Di Indonesia.*
- Heru Basuki. (2006). *Merancang Dan Merencana Lapangan Terbang (Vol. 2). Surabaya.*
- Kementerian Perhubungan. (2015). *PM 77 Tahun 2015 Tentang Standarisasi Dan Sertifikasi Fasilitas Bandar Udara.*
- Kementerian Perhubungan. (2017). *KP 288 Tahun 2017 Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor Kp 40 Tahun 2015 Tentang Standar Teknis Dan Operasi Peraturan Penerbangan Sipil-Bagian 139 (Manual Of Standard Casr -139) Volume Ii Tempat Pendaratan Dan Lepas Landas Helikopter (Heliports).*
- Kementerian Perhubungan. (2019). *KP 215 Tahun 2019 Tentang Standar Teknis Dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (Manual Of Standard Casr Part 139) Volume Ii Tempat Pendaratan Dan Lepas Landas Helikopter (Heliport).*
- Santos, M. Dos, & Suryono, W. (2023). *Planning Of Rigid Pavement On Surface Level Heliport At Rahadi Oesman Airport Ketapang – West Kalimantan. In Proceedings Of The International Conference On Advance Transportation, Engineering, And Applied Science (ICATEAS 2022) (Pp. 233–250). Atlantis Press International BV. Https://Doi.Org/10.2991/978-94-6463-092-3_21*

- Suryan, V., Fazal, M. R., Nur Afriyani, S. R., Septiani, V., Sari, A. N., Fatimah, S., & Winiasri, L. (2023). Aplikasi Perencanaan Perkerasan *Runway* Menggunakan Software *Faarfield*. *Jurnal Talenta Sipil*, 6(1), 61.
- Susilo, T. (2022). Perencanaan Struktur Perkerasan Kaku Surface Level Heliport Di Bandar Udara Sultan Muhammad Kaharuddin - Sumbawa Besar. *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*, 4(1). <https://doi.org/10.46491/snitp.v4i1.734>
- Eka, A. (2019). Perencanaan Perkerasan Pada Perluasan Apron Di Bandar Udara Internasional Sam Ratulangi Manado.
- 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. Jakarta, Indonesia: Direktur Jenderal Perhubungan Udara
- 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*) Perkerasan Prasarana Bandar Udara
- PERGUB Kalimantan Timur 1 Tahun 2023 Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Gubernur Kalimantan Timur Nomor 21 Tahun 2022 Tentang Penetapan Stnadar Harga Satuan, Standar Sarana Dan Prasarana Kerja Pemerintahan Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2023. Perhitungan Anggaran Biaya Dilakukan Pada Perkerasannya, Tidak Termasuk Marka.