

ANALISIS TEBAL PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT) MENGGUNAKAN METODE FAA PADA RENCANA REKONSTRUKSI MAIN APRON DI BANDAR UDARA JUWATA, KALIMANTAN UTARA

I Made Hermawan Wedasastra¹, Fahrur Rozi², Ranatika Purwayudhaningsari³

Teknik Bangunan dan Landasan, Politeknik Penerbangan Surabaya

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

Email: wedaofficial@gmail.ac.id

Abstrak

Kondisi *main apron* di Bandar Udara Juwata, Kalimantan Utara, saat ini mengalami kerusakan berat seperti *rutting*, retakan, genangan air, dan pelapukan butiran permukaan. Selain itu, nilai PCN (*Pavement Classification Number*) yang lebih rendah dari ACN (*Aircraft Classification Number*) pesawat Boeing 737-900ER sebagai pesawat terkritis menunjukkan bahwa struktur perkerasan tidak lagi mampu menahan beban operasional pesawat modern. Oleh karena itu, diperlukan rekonstruksi untuk menjamin keselamatan penerbangan dan memperpanjang umur pelayanan infrastruktur. Penelitian ini menggunakan metode FAA dengan menggunakan FAA Manual dan *software* FAARFIELD untuk menentukan tebal perkerasan kaku. Evaluasi nilai PCN dilakukan dengan *software* COMFAA agar desain sesuai dengan standar ICAO. Selain itu, perhitungan RAB dilakukan dengan mengacu pada HSPK Kota Tarakan tahun 2024, berdasarkan volume pekerjaan yang direncanakan. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh ketebalan total struktur perkerasan kaku dengan menggunakan FAA Manual sebesar 60,8 cm dan menggunakan *software* FAARFIELD sebesar 62,6 cm. Untuk menentukan nilai PCN, digunakan hasil perhitungan tebal perkerasan menggunakan *software* FAARFIELD. Kemudian, didapat nilai PCN sebesar 65 R/B/X/T. Ketebalan ini dinilai cukup untuk menahan beban pesawat B737-900ER. Sementara itu, hasil perhitungan RAB menunjukkan total biaya yang dibutuhkan untuk pelaksanaan rekonstruksi apron sebesar Rp25.224.540,000,00.

Kata Kunci : Perkerasan kaku, FAARFIELD, COMFAA, PCN, ACN, RAB, *Main Apron*, Bandar Udara Juwata

Abstract

The *main apron* at Juwata Airport, North Kalimantan, is currently experiencing severe damage such as *rutting*, cracking, water ponding, and surface aggregate weathering. In addition, the *Pavement Classification Number* (PCN) being lower than the *Aircraft Classification Number* (ACN) of the Boeing 737-900ER, which is the critical aircraft, indicates that the pavement structure is no longer capable of supporting modern aircraft operations. Therefore, reconstruction is required to ensure flight safety and extend the service life of the infrastructure. This study applies the FAA method using the FAA Manual and FAARFIELD software to determine the rigid pavement thickness. The PCN evaluation is carried out using COMFAA software to ensure the design complies with ICAO standards. Furthermore, the cost estimate (RAB) is calculated based on the 2024 Tarakan City HSPK, referring to the planned work volume. The calculation results show that the total rigid pavement thickness using the FAA Manual is 60.8 cm, while FAARFIELD software produces 62.6 cm. The PCN value is determined using the pavement thickness obtained from FAARFIELD software, resulting in a PCN of 65 R/B/X/T. This thickness is considered sufficient to withstand the loads of the Boeing 737-900ER. Meanwhile, the cost estimate calculation indicates that the total budget required for the apron reconstruction is IDR 25,224,540,000.00.

Keywords : Rigid pavement, FAARFIELD, COMFAA, PCN, ACN, Cost Estimate, *Main Apron*, Juwata Airport

PENDAHULUAN

Bandar Udara Juwata di Kota Tarakan, Kalimantan Utara, merupakan fasilitas transportasi udara vital yang melayani berbagai jenis pesawat, termasuk B737-900ER sebagai pesawat terkritis. Saat ini, kondisi main apron bandar udara tersebut mengalami kerusakan signifikan seperti rutting, retakan, genangan air, serta pelapukan butiran permukaan. Selain itu, nilai *Pavement Classification Number* (PCN) eksisting sebesar 46/F/C/X/T lebih rendah dibandingkan nilai *Aircraft Classification Number* (ACN) pesawat terkritis yang mencapai 58,2. Kondisi ini mengindikasikan bahwa struktur perkerasan tidak lagi memadai untuk menahan beban operasional pesawat modern, sehingga berpotensi mengganggu keselamatan penerbangan.

Mengacu pada regulasi KP 94 Tahun 2015, rekonstruksi perkerasan dapat dilakukan apabila umur rencana telah terlampaui, terjadi kerusakan struktural, atau terdapat perubahan asumsi desain akibat peningkatan beban lalu lintas udara. Berdasarkan kondisi lapangan, rekonstruksi main apron menjadi langkah strategis untuk memulihkan fungsi struktural, meningkatkan kapasitas dukung, serta memperpanjang umur layanan infrastruktur.

Untuk merencanakan rekonstruksi yang tepat, penelitian ini menggunakan metode FAA dengan dua pendekatan: perhitungan manual berdasarkan FAA Manual dan perhitungan berbasis perangkat lunak FAARFIELD (*Federal Aviation Administration Rigid and Flexible Iterative Elastic Layered Design*). Evaluasi PCN dilakukan menggunakan perangkat lunak COMFAA sesuai standar ICAO Annex 14. Selain itu, dilakukan estimasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) berdasarkan Harga

Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Tarakan 2024.

Secara teoritis, desain perkerasan kaku (*rigid pavement*) mempertimbangkan interaksi antara pelat beton semen portland (PCC), lapisan pondasi bawah (*subbase*), dan tanah dasar (*subgrade*). Karakteristik penting yang dianalisis meliputi nilai CBR, modulus reaksi tanah (k), mutu beton, serta konfigurasi roda pesawat. Sistem ACN-PCN digunakan untuk memastikan kecocokan antara pesawat dan perkerasan, di mana PCN harus sama atau lebih besar dari ACN pesawat yang akan beroperasi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah:

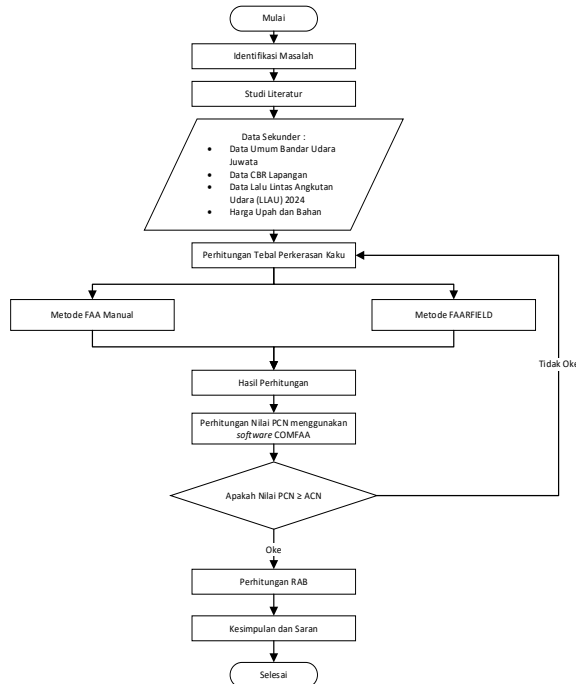
1. Bagaimana menghitung ketebalan *rigid pavement main apron* menggunakan metode FAA Manual dan *software FAARFIELD*?
2. Berapa nilai PCN yang dihasilkan berdasarkan perhitungan FAARFIELD dan evaluasi dengan COMFAA?
3. Berapa estimasi biaya rekonstruksi main apron berdasarkan hasil perhitungan tebal perkerasan?

Tujuan penelitian adalah:

1. Menganalisis ketebalan perkerasan kaku dengan metode FAA Manual dan FAARFIELD.
2. Menentukan nilai PCN hasil desain yang sesuai dengan standar ICAO.
3. Menghitung estimasi biaya rekonstruksi *main apron* berdasarkan ketebalan desain.

METODE

Alur penelitian dapat dilihat pada bagan alir di bawah.



Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif, yaitu metode untuk menggambarkan data sesuai kondisi sebenarnya tanpa membuat kesimpulan umum. Teknik ini digunakan untuk mengolah data hasil simulasi ketebalan perkerasan, nilai PCN, dan estimasi biaya konstruksi.

Analisis dilakukan terhadap ketebalan perkerasan kaku dan estimasi biaya konstruksi menggunakan *software* FAARFIELD. Pendekatan kuantitatif digunakan karena data yang dianalisis berupa data teknis numerik,

Pada penelitian ini terdapat data dukung yang digunakan penulis. Adapun data tersebut sebagai berikut.

1. Data Primer

Penelitian ini menggunakan metode observasi untuk mengetahui kondisi eksisting perkerasan kaku, jenis pesawat yang beroperasi, dan dimensi *apron* yang akan direkonstruksi. Observasi dilakukan langsung oleh peneliti saat *on the job training* II di Bandar Udara Juwata.

2. Data Sekunder

a. Data Umum Bandar Udara

Salah satu syarat dilakukannya pekerjaan rekonstruksi yaitu nilai $PCN \leq ACN$. Oleh karena itu, Data umum bandar udara sangat dibutuhkan untuk mengetahui nilai PCN eksisting suatu perkerasan. Data umum Bandar Udara Juwata dapat dilihat sebagai berikut.

No	Uraian	Dimensi	Permukaan	Strength
1	West Apron	372 x 97 m	Rigid	58/R/C/W/T
2	Main Apron	335 x 97 m	Asphalt	46/F/C/X/T
3	Main Apron East	120 x 45 m	Rigid	50/R/B/X/T
4	Taxiway A dan B	82.5 x 23 m	Asphalt	46/F/C/X/T
5	Taxiway C	113 x 23 m	Asphalt	56/F/C/X/T
6	Taxiway Lanud	176 x 23 m	Asphalt	-

b. Data CBR Lapangan

Nilai CBR lapangan yang digunakan pada pekerjaan rekonstruksi *Main Apron* Bandar Udara Juwata yaitu CBR 13%. Nilai tersebut didapatkan dari hasil pengujian lapangan oleh pihak ketiga pada tahun 2013 untuk pekerjaan Pembangunan Bandar Udara Juwata.

c. Data Lalu Lintas Angkutan Udara Tahun 2024

Data LLAU didapat dari data OTP tahun 2024 dari pihak bandara. Data LLAU Bandar Udara Juwata dapat dilihat sebagai berikut.

Pesawat Udara	Tipe Roda	Annual Departure Tahun 2024
A 320-200	Dual Wheel	1507
B 737-200	Dual Wheel	4
B 737-300	Dual Wheel	133
B 737-800	Dual Wheel	119
B 737-900ER	Dual Wheel	365
C130	Dual Wheel	7
CRJ2	Single Wheel	1
EMB190	Dual Wheel	1
FALCON 8X	Single Wheel	1
LEARJET60	Single Wheel	2

d. Harga Upah dan Bahan

Analisis yang digunakan oleh penulis yaitu dengan PM 78 Tahun 2014 tentang Standar Biaya di Lingkungan Kementerian Perhubungan dan Harga Satuan Pokok Pekerjaan Kota Tarakan Tahun 2024.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tebal struktur perkerasan kaku apron, dengan menggunakan software FAARFIELD untuk simulasi desain dan COMFAA untuk perhitungan nilai PCN. Lokasi studi adalah pada proyek rekonstruksi main apron di Bandar Udara Juwata, dengan dimensi 315m x 33m. Berikut langkah-langkah dalam analisis:

2. Menentukan Pesawat Terkritis

konfigurasi roda pesawat sangat memengaruhi distribusi beban ke perkerasan. Semakin banyak jumlah roda, semakin merata distribusi beban, sehingga tekanan per roda menjadi lebih kecil. Sebaliknya, semakin sedikit jumlah roda.

makin besar beban per roda. Roda utama menanggung sekitar 95% beban pesawat, sementara roda hidung hanya sekitar 5%. Pemahaman ini penting dalam menganalisis pengaruh beban pesawat terhadap perkerasan, seperti yang ditunjukkan melalui data konfigurasi roda dan MTOW pesawat di Bandar Udara Juwata. Berikut merupakan data pesawat terkritis di Bandar Udara Juwata.

Pesawat Udara	Tipe Roda	Annual Depature	MTOW(lbs)
A 320-200	Dual Wheel	1507	162925
B 737-200	Dual Wheel	4	116000
B 737-300	Dual Wheel	133	140000
B 737-800	Dual Wheel	119	174700
B 737-900ER	Dual Wheel	365	188200
C130	Dual Wheel	7	155000
CRJ2	Single Wheel	1	47700
EMB190	Dual Wheel	1	105712
FALCON 8X	Single Wheel	1	38800
LEARJET60	Single Wheel	2	18000

2. Konversi Nilai CBR Tanah Dasar

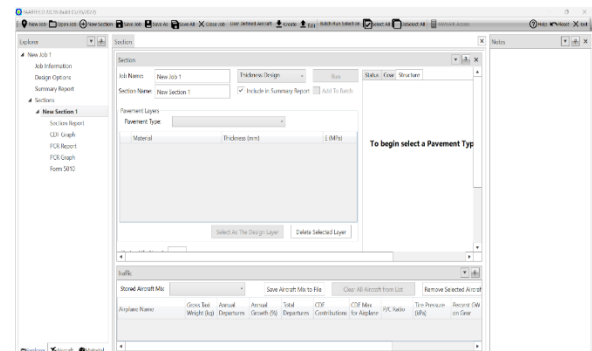
Dalam sistem FAARFIELD dibutuhkan nilai modulus reaksi tanah dasar (k) dengan satuan pci (pound per cubic inch) atau MN/m³. Untuk itu, diperlukan konversi nilai CBR menjadi nilai k. Berdasarkan referensi dari FAA AC 150/5320-6G, hubungan antara nilai CBR dan modulus reaksi k dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$k = \left(\frac{1500 \times CBR}{26} \right)^{0,7788} \dots \dots \dots (1)$$

$$k = \left(\frac{1500 \times 13}{26} \right)^{0,7788} = 173 \text{ psi}$$

3. Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Menggunakan Software FAARFIELD

Dalam perencanaan tebal perkerasan menggunakan aplikasi FAARFIELD, berikut langkah pengerjaan yang harus dilakukan untuk mendapatkan tebal dari lapis perkerasan:



- Buka aplikasi dan tampil jendela *start up*. Kemudian klik "New Job" untuk membuat pekerjaan baru. Input nama pekerjaan baru yang akan dilakukan, kemudian klik OK.
- Pada kolom "Job Files" pilih *Samples* untuk menentukan jenis perkerasan yang akan didesain. Kemudian klik jenis perkerasan dan drag ke arah nama pekerjaan. Pada kotak daftar sisi kiri pilih file baru pekerjaan dan klik "Structure".
- Muncul tampilan struktur *rigid pavement* baru dari pekerjaan sampel. Input data lalu lintas pesawat yang terjadi pada bandara rencana pada jendela "Airplane".
- Pilih jenis pesawat sesuai data lalu lintas pesawat dengan klik "Add". Lalu input data *annual depature* dan nilai MTOW tiap pesawat.
- Modifikasi struktur di jendela "Structure". Mengubah nilai k *subgrade* dari nilai *default* ke nilai aktual di lapangan.
- Klik "Modify Structure", klik pada kotak k pada lapis *subgrade* dan ganti dengan nilai k

yang telah dihitung, lalu klik OK. Klik “*End Modify*” jika telah memodifikasi struktur.

- Setelah memasukkan semua data, klik “*Design Structure*” dan program otomatis menghitung tebal setiap lapisan. Lalu klik “*Back*”, dan pada jendela “*Save Structure*”, Kemudian klik OK.
- Kemudian ke jendela start up dan klik “*Notes*” maka ketebalan setiap lapisan perkerasan akan ditampilkan. Lihat hasil perhitungan dengan beberapa pilihan antara lain *export* dalam bentuk PDF dan XML.

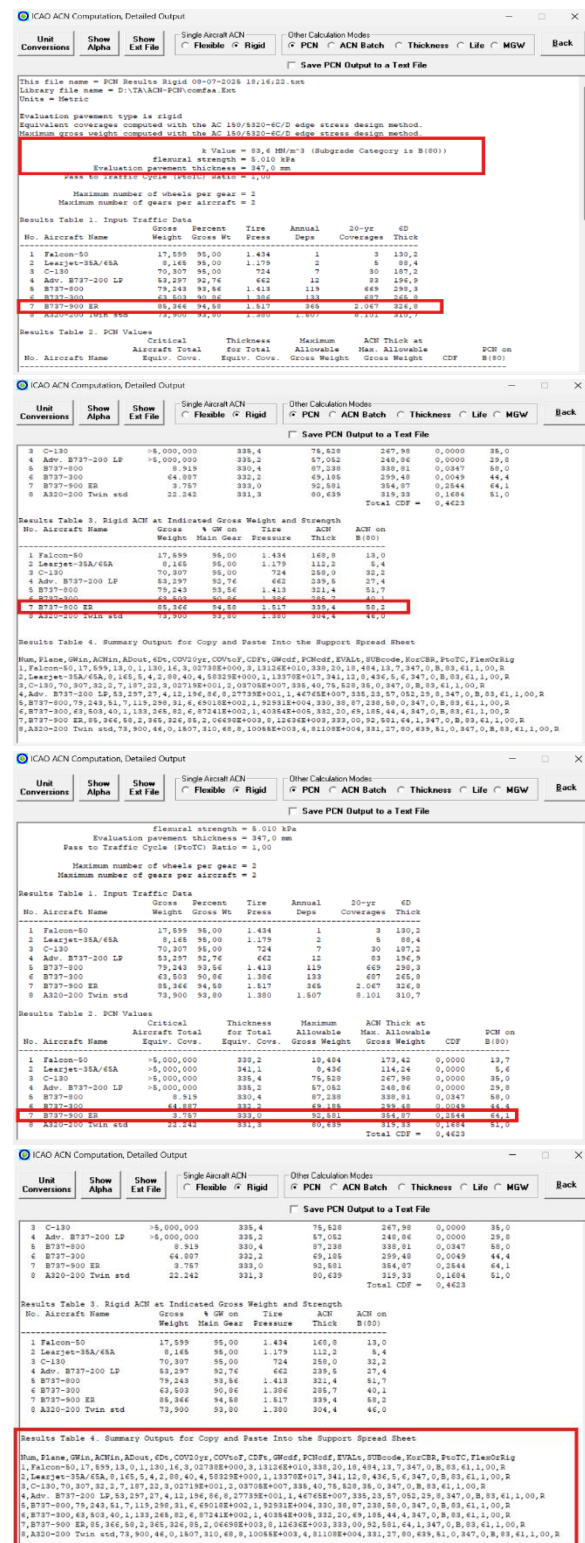
<i>Layer</i>	Tebal Lapisan Perkerasan (mm)	Tebal Lapisan Perkerasan (cm)
<i>P-501 PCC Surface</i>	347	35,1
<i>P-306 Lean Concrete</i>	127	12,7
<i>P-154 Unrushed Aggregate</i>	152	15,2
Total	626	62,6
<i>Subgrade</i>	CBR (13%)	CBR (13%)

3. Analisis Nilai PCN Menggunakan *Software* COMFAA

Penentuan Pavement Classification Number (PCN) dilakukan menggunakan software COMFAA dengan input hasil perhitungan FAARFIELD. Hasil evaluasi menunjukkan PCN sebesar 65 R/B/X/T, yang berarti:

- R = *Rigid pavement* (perkerasan kaku)
- B = *Medium subgrade strength*
- X = Tidak terbatas pada roda ganda/tunggal,
- T = Tanpa batasan tekanan ban

Nilai ini menunjukkan bahwa perkerasan hasil desain cukup untuk menahan beban pesawat kritis Boeing 737-900ER yang memiliki ACN mendekati nilai tersebut. Dengan demikian, *apron* yang direkonstruksi dipastikan memenuhi standar ICAO terkait kesesuaian PCN-ACN. Berikut merupakan hasil yang didapat dari *software* COMFAA.



4. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Berdasarkan Perhitungan rencana anggaran biaya menggunakan pedoman dari PM 78 Tahun 2014 tentang Standar Biaya di Lingkungan Kementerian Perhubungan dan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Tarakan tahun 2024, total biaya yang

dibutuhkan untuk rekonstruksi apron adalah sebesar Rp25.224.540.000,00. Estimasi ini mencakup pekerjaan pembongkaran, konstruksi lapis pondasi, lapis beton (*rigid pavement*), serta pekerjaan pendukung.

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
a	b	c	d	e	f = (d x e)
A. PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	PEKERJAAN PENGUKURAN	m2	10395	Rp 6.198,40	Rp 64.432.368,00
2	PEKERJAAN PEMBERSIHAN	m2	10395	Rp 7.950,00	Rp 82.640.250,00
Jumlah Harga Pekerjaan Persiapan					Rp 147.072.618,00
B. PEKERJAAN KONSTRUKSI APRON					
1	PEMASANGAN GEOTEXTILE	m2	10395	Rp 88.720,00	Rp 922.244.400,00
2	PEKERJAAN URUGAN DAN PEMADATAN TANAH (SUBGRADE)	m3	5198	Rp 204.783,30	Rp 1.064.463.593,40
3	PEKERJAAN LAPIS SIRTU (SUBBASE)	m3	1581	Rp 496.612,20	Rp 785.143.888,20
4	PEKERJAAN BATU PECAH (BASE COURSE)	m3	2079	Rp 789.682,10	Rp 1.641.749.085,90
5	PEKERJAAN BEKISTING	m2	2982	Rp 1.463.600,00	Rp 4.364.455.200,00
6	PEKERJAAN LEAN CONCRETE	m3	1321	Rp 1.654.996,00	Rp 2.186.249.716,00
7	PEKERJAAN WIREMESH	kg	64397	Rp 18.744,00	Rp 1.207.057.368,00
8	PEKERJAAN SLAB BETON K.450	m3	3650	Rp 2.851.061,40	Rp 10.406.374.110,00
Jumlah Harga Pekerjaan Konstruksi Apron					Rp 25.977.737.361,50
Total					Rp 22.724.809.979,50
PPn 11%					Rp 2.499.729.097,75
Total + PPn					Rp 25.224.539.077,25
Penambahan					Rp 25.224.540.000,00

PENUTUP

Kesimpulan

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

1. Pesawat B 737-900ER merupakan pesawat terkritis yang beroperasi di Bandar Udara Juwata. Oleh karena itu perlu dilakukan perhitungan untuk menentukan desain tebal perkerasan menggunakan metode FAA Manual dan FAARFIELD. Total tebal *rigid pavement* dengan perhitungan menggunakan metode FAA Manual adalah 60,8 cm sedangkan perhitungan menggunakan *software* FAARFIELD adalah 62,6 cm.
2. Untuk menentukan nilai daya dukung perkerasan, dilakukan perhitungan menggunakan aplikasi COMFAA. Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai PCN dengan menggunakan *software* FAARFIELD yaitu 65/R/B/X/T dengan total nilai CDF 0,4623. Selain itu, didapatkan nilai ACN pada pesawat terkritis yaitu B 737-900ER sebesar 58,2. Dari hasil analisis tersebut diketahui bahwa $PCN \geq ACN$ pesawat sehingga mampu untuk menampung pesawat, dengan nilai CDF (*Cumulative Damage Factor*) masih

dibawah 1,00 yang menunjukkan bahwa struktur bisa digunakan.

3. Rencana Anggaran Biaya (RAB) perencanaan struktur *rigid pavement* dengan *software* FAARFIELD yang mengacu pada PM 78 Tentang Standar Biaya di Lingkungan Kementerian Perhubungan didapatkan total biaya yang diperlukan untuk rekonstruksi *main apron* di Bandar Udara Juwata sebesar Rp 25.224.540,000,00 (Dua puluh lima miliar dua ratus dua puluh empat juta lima ratus empat puluh ribu rupiah).

Saran

Berdasarkan hasil Kesimpulan penelitian maka ada baiknya untuk melakukan hal sebagai berikut.

1. Dalam pelaksanaan di lapangan, perlu mempertimbangkan biaya tambahan yang belum diperhitungkan dalam RAB seperti pekerjaan *cut and fill*, *subdrain*, pondasi, *dowel/tie bars*, mobilisasi, demobilisasi, dan *marking*.
2. Sebaiknya guna penelitian lanjut diharapkan membuat perencanaan mengenai marka.
3. Sebaiknya perlu diperhatikan lagi mengenai perhitungan perencanaan subdrain, *dowel/tie bars*, dan pondasi pada rencana rekonstruksi Main Apron Bandar Udara Juwata.

DAFTAR PUSTAKA

1. BSN (Badan Standardisasi Nasional). 2005. SNI 03 7121 2005: Tata Cara Perencanaan Perkerasan Lapangan Terbang. Jakarta: BSN.
2. Basuki, Heru. 1986. Teknik Perkerasan Jalan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Jurnal Teknik Sipil, 7(3), 24–50.
3. Departemen Perhubungan dan Prasarana Wilayah. 2003. Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pd T-14-2003: Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
4. Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. 2011. Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor KP 576 Tahun 2011 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Kerja dan Syarat Syarat (RKS) serta Spesifikasi Teknis Pekerjaan Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
5. Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. 2021. Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor KP 14 Tahun 2021 tentang Spesifikasi Teknis Pekerjaan Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
6. Efendi. (2011). Analisis Kinerja Struktur Rigid Pavement pada Bandara. Jurnal Teknik Sipil Indonesia, 9(2), 123–130.
7. Federal Aviation Administration. (1995). Advisory Circular AC 150/5320-6D: Airport Pavement Design and Evaluation. Washington, D.C.: U.S. Department of Transportation.
8. Federal Aviation Administration. 2021. Advisory Circular AC 150/5320-6G: Airport Pavement Design and Evaluation. Washington, D.C.: U.S. Department of Transportation
9. Federal Aviation Administration. 2014. Advisory Circular AC 150/5335 5C: Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength – PCN. Washington, D.C.: U.S. Department of Transportation.
10. Federal Aviation Administration. (2022). Advisory Circular AC 150/5335-5D: Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength (PCR). Washington, D.C.: U.S. Department of Transportation.