

PERENCANAAN ULANG PERKERASAN TAXIWAY N1-NP2 DARI FLEXIBLE KE RIGID DI BANDAR UDARA JUANDA SURABAYA

Fahri Gunawan¹, Darmadi²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan Universitas Jayabaya,
Jakarta, Indonesia 13710

E-mail¹: Fahrigunawan55@gmail.com

ABSTRACT

Juanda Airport Surabaya have increase in annual flight, which it result in decreasing the capable of airside to facilitate the growth of aircraft movement. The damage of NP2's taxiway caused by pavement temperature that reaches softening point of taxiway pavement and the height of water table in that area so when damage occur it may disturb the aircraft's take off, so that need assessment to improving facility, which's the plan is improving facility of NP2's taxiway. In the plan to develop a taxiway facility, it able to plan the improving the taxiway using FAA (Federal Aviation Administration) in geometric calculation and pavement thickness with manual method and compare to software support program FAARFIELD, then the result entered in COMFAA. The plan to improving pavement are changing existing pavement from flexible pavement to rigid pavement. After comparison, the result of calculation for each pavement layer are geometric of taxiway with 806,77m x 30m, with each thickness of foundation is 10 inch and the thickness of concrete slab is 15,2 inch. Then obtain the value of PCN with 88,2 and the change of flexible pavement to rigid pavement.

Key words : Taxiway, PCN, Faarfield, Comfaa

Pendahuluan

Bandar udara adalah kawasan di daratan dan/atau perairan yang digunakan untuk kegiatan penerbangan. Pada tahun 2023, Bandar Udara Juanda Surabaya mengalami kerusakan pada perkerasan taxiway NP2. Kerusakan berupa penurunan yang berbentuk alur roda sepanjang ± 250 m. Penurunan ini dapat menyebabkan pesawat terjebak pada perkerasan dan mengganggu lalu lintas pesawat yang hendak take-off.

Kerusakan ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain:

- Penggunaan prasarana sisi udara yang melebihi kapasitas

- Settlement tanah dan infiltrasi air
- Muka air tanah yang tinggi
- Suhu permukaan perkerasan yang melebihi titik lembek material aspal/ bitumen

Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan perkerasan taxiway secara menyeluruh. Perbaikan yang dilakukan meliputi perbaikan struktur perkerasan, perbaikan sistem drainase, dan perubahan perkerasan dari flexible ke rigid.

Perbaikan struktur perkerasan bertujuan untuk memperkuat struktur perkerasan agar tidak mengalami penurunan lagi. Perbaikan ini dapat dilakukan dengan overlay, perbaikan base

course, atau perbaikan subbase.

Perbaikan sistem drainase bertujuan untuk mengurangi infiltrasi air ke dalam struktur perkerasan. Perbaikan ini dapat dilakukan dengan menambah saluran drainase, memperbaiki saluran drainase yang ada, atau meninggikan elevasi perkerasan.

Perubahan perkerasan dari flexible ke rigid bertujuan untuk meningkatkan ketahanan perkerasan terhadap beban dan frekuensi lalu lintas yang tinggi. Perkerasan rigid terbuat dari beton, yang memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap beban dan suhu tinggi daripada perkerasan flexible.

Tinjauan Pustaka

Bandar Udara, Kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas – batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan.

Metode Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement Design)

a) Perkerasan Beton (Concrete Pavement)

Menurut sumber FAA tahun 2009 Permukaan beton harus memberikan tekstur kualitas yang anti selip, mencegah penyerapan air permukaan ke dalam tanah dasar, dan memberikan dukungan struktural.

b) Lapisan Pondasi Bawah

Standar FAA lapis pondasi bawah untuk perkerasan kaku adalah sebesar 4

inci (102 mm) dengan jenis material adalah P-154, pada lapis pondasi bawah. Dalam beberapa kasus tertentu, diinginkan menggunakan bahan yang berkualitas lebih tinggi atau ketebalan P-154 lebih besar dari 4 inci (102 mm). Bahan berikut yang dapat diterima untuk digunakan sebagai pondasi bawah di bawah perkerasan kaku:

P-154 – Lapis Pondasi Bawah (Subbase Course)

P-208 – Lapis Pondasi Agregat (Aggregate Base Course)

P-209 – Lapis Pondasi Agregat Batu Pecah (Crushed Aggregate Base Course)

P-211 – Lapis Pondasi Batu Kapur (Lime Rock Base Course)

P-301 – Lapis Pondasi Semen Tanah (Soil Cement Base Course)

P-304 – Lapis Pondasi Komposit Semen (Cement Treated Base Course)

P-306 – Lapis Pondasi Beton Ramah Lingkungan (Ecoconcrete Base Course)

P-401 – Lapis Pondasi Campuran Aspal Komposit (Plant Mix Bituminous Pavements)

P-403 – Lapis Pondasi HMA (HMA Base Course)

Bahan stabil yang diperlukan untuk lapis pondasi bawah mampu melayani beban berat sebesar 100.000 pound (45.359 kg) atau lebih. Kestabilan bahan yang diterima adalah jenis P-304, P-306, dan P-401. Minimal ketebalan lapis pondasi bawah sebesar 4 inci (102 mm).

c) Tanah Dasar

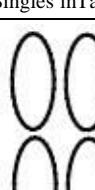
Tanah dasar di bawah perkerasan kaku harus dipadatkan. Penggalian dan penimbunan kembali meliputi kontrol konstruksi dan pemanatan tanah dasar. Rekomendasi perbaikan dari tanah bergelombang

Tipe – Tipe Roda Pesawat

Roda pendaratan sangat berpengaruh pada faktor yang mengakibatkan kerusakan pada perkerasan. Semakin besar beban yang melewati perkerasan dengan masing-masing beban dari pesawat udara tersebut dibagi ke setiap roda pendaratan akan berpengaruh besar, apabila semakin banyak roda dari pesawat maka semakin banyak juga beban yang dibagi dari pesawat udara tersebut dan begitu juga sebaliknya jika beban pesawat udara dibagi dengan roda pendaratan lebih sedikit akan lebih mungkin menimbulkan kerusakan perkerasan. Diasumsikan untuk roda pendaratan utama yaitu yang ada pada badan pesawat udara adalah 95% karena roda pendaratan pada pesawat merupakan tumpuan utama dari beban pesawat udara dan nose gear menampung beban sebesar 5% dari beban total pesawat udara tersebut.

Tabel 2.1 Konfigurasi Roda Pendaratan (FAA AC-150/5320/6E, Airport Pavement Design and Evaluation)

Gear Designation	Gear Designation	AirplaneExample
S	 Single	Single Wheel-45

D		Dual	B737-300
2S		2 Singles inTandem	C-130
2D		2 Duals inTandem	B767-200

Rumus perhitungan beban per roda pendaratan utama:

Metode Perencanaan Perkerasan Dengan Software FAARFIELD

FAARFIELD (Federal Aviation Administration Rigid and Flexible Iterative Elastic Layered Design) merupakan suatu program komputer untuk mendesain tebal perkerasan lentur maupun kaku pada landasan pacu bandar udara. FAARFIELD juga dapat mendesain tebal overlay perkerasan lentur atau kaku. Prosedur perhitungan dan desain ketebalan dalam program ini berdasarkan metode FAA-AC No: 150 5320 6E.

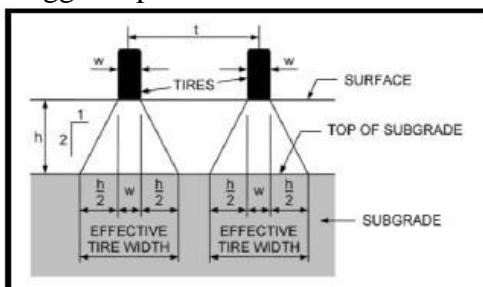


Gambar 2.1 *Software* FAARFIELD

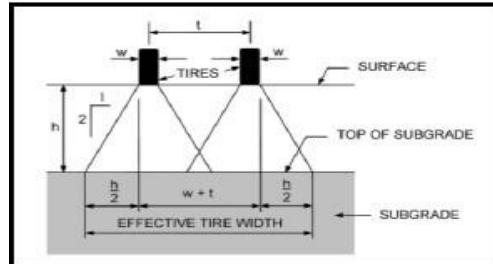
Prosedur perencanaan perkerasan sudah di implementasikan di dalam program FAA yaitu FAARFIELD menerapkan prosedur layer elastic dan finite element untuk merencanakan perkerasan baru pada perkerasan lentur.

- Prinsip dasar perhitungan tebal perkerasan FAARFIELD yang didasarkan pada AC 150/5320-6E.
 - Masukkan semua pesawat pengguna landasan dan tidak melakukan ekivalen pesawat ke pesawat rencana.
 - Jarak roda pendaratan utama setiap pesawat dari garis tengah landasan mempengaruhi kumulatif (Cummulative Damage Factor).
 - Konsep pesawat rencana tidak dipakai dalam FAARFIELD.
- Pass-to-coverage ratio (PCR)

Ratio jumlah lintasan terhadap beban penuh per satuan luas perkerasan disebut sebagai pass-o-coverage ratio. Responses line digambar dengan kemiringan 1:2 dari pinggir kotak hingga ke puncak tanah dasar.



Gambar 2.2 Two Effective Tire Widths-No Overlap (FAA, 2009)



Gambar 2.3 One Effective Tire Width-Overlap (FAA, 2009)

c. FAARFIELD Default Value

Tabel 2.2 Nilai Standar pada Software FAARFIELD (FAA, 2009)

Base Layer	Modulus, psi (MPa)	Poisson's Ratio
Stabilized (flexible)	150,000 (1 035)	0.35
Variable Minimum	400,000 (2 760)	
Variable Maximum	400,000 (2	

Faktor Kerusakan Kumulatif (Cumulative Damage Factor)

$$CDF = \frac{\text{number of applied load repetitions}}{\text{number of allowable repetitions to failure}}$$

$$CDF = \frac{(\text{annual departures}) \times (\text{life in years})}{\left(\frac{\text{pass coverage ratio}}{\text{allowable coverage ratio}} \right) \times (\text{coverages to failure})}$$

$$CDF = \frac{\text{applied coverages}}{\text{coverages to failure}}$$

Tabel 2.3 Nilai Standar CDF pada Software FAARFIELD (FAA, 2009)

CDF value	Pavement Remaining Life
1	Perkerasan telah menghabiskan semua umur kelelahannya.
< 1	Perkerasan memiliki sisa hidup, dan nilai CDF memberikan sebagian dari kehidupan yang digunakan.
> 1	Perkerasan telah melampaui usia kelelahannya.

Metodologi

Dengan kondisi saat ini terdapatnya banyak penurunan jalur roda (Rutting) yang berada pada taxiway NP2 dapat menyebabkan ban pesawat terjebak pada perkerasan yang akan mengganggu pergerakan pesawat yang hendak Take-off dari taxiway NP2 menuju runway threshold 10. Dengan dilakukannya pengamatan dilapangan pengukuran suhu permukaan perkerasan (Aspal) berkisar antara 50°C sampai dengan 65°C, jika hasil pengamatan tersebut dibandingkan dengan hasil pengujian material aspal/ bitumen di laboratorium didapatkan nilai titik lembek material aspal/ bitumen rata – rata sebesar 59°C.

1. Observasi langsung ke lokasi Pengamatan dan pengumpulan data dilakukan pada saat pelaksanaan On the Job Training lokasi penelitian adalah Bandar Udara Juanda Surabaya, Jawa Timur. Jl. Ir. H. Juanda, Betro, Sedati, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.

2. Pengambilan data Elevasi taxiway NP2 Bandar Udara Juanda Surabaya setinggi 2.74 m.
3. Pengamatan dan pengumpulan data dilakukan dengan observasi kelapangan langsung untuk mendapatkan suhu perkerasan Taxiway, dengan rata – rata suhu perkerasan 50°C sampai dengan 65°C.
4. Pengumpulan data pergerakan pesawat dan pesawat terkritis di Bandar Udara Juanda Surabaya.
5. Perhitungan tebal perkerasan dengan perhitungan manual.
6. Perhitungan dengan mengacu pada Federal Avioation Association (FAA). Perhitungan tebal perkerasan dengan software FAARFIELD (Federal Aviation Administration Rigid and Flexible Iterative Elastic Layered Design) merupakan suatu program komputer untuk mendesain tebal perkerasan lentur maupun kaku pada bandar udara. FAARFIELD juga dapat mendesain tebal overlay perkerasan lentur atau kaku.
7. Penentuan nilai PCN dengan software COMFAA. COMFAA merupakan suatu program untuk menentukan suatu nilai PNC (Pavement Classification Number) suatu perkerasan lentur maupun kaku pada bandar udara.
8. Waktu Penelitian yang penulis laksanakan pada saat pelaksanaan On the Job Training mulai dari tahap persiapan sampai dengan tahap penulisan.

Kondisi Yang Diinginkan

Perkerasan taxiway mengalami penurunan akibat suhu permukaan yang melebihi titik lembek material aspal/ bitumen. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan perkerasan dari flexible ke rigid. Perbaikan dilakukan pada taxiway NP2 hingga N1 dengan panjang 806,77 m dan lebar 30 m.

Hasil dan Pembahasan

Perencanaan perubahan konstruksi taxiway yang direncanakan di Bandar Udara Juanda Surabaya akan direncanakan pada taxiway North Paralel 2 (NP2) pada bagian selatan runway Bandar Udara Juanda Surabaya, hal ini dilakukan untuk mencegah terganggunya pergerakan yang hendak take-off.

Perencanaan Tebal Perkerasan

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung tebal perkerasan tetapi pada tugas akhir ini memakai metode perhitungan manual dan perhitungan FAARFIELD dengan pesawat keritis B 777-900ER.

Panjang : 73,9 meter

Lebar (dari ujung sayap kiri ke ujung sayap kanan) : 64,8 meter

Tinggi : 18,5 m meter

Ketinggian terbang maksimal : 13.140 meter

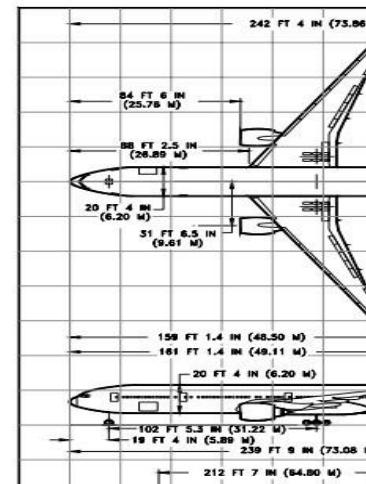
Berat bersih: 167.800 kg

Berat maksimum untuk terbang (MTOW)

: 351.500 kg

Kecepatan maksimum : 905 km/jam

Jarak maksimum : 14.690 km Kapasitas : 550 orang (maksimal)



Gambar 4.1. Spesifikasi B 777-300 ER

Perencanaan Tebal Perkerasan

Penentuan Annual Departure, MTOW dan penentuan jenis roda pendaratan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Annual Departure

No	Jenis Pesawat Udara	MTOW (lbs)	Jenis Roda Pendaratan	Annual Departure
1	B.737-500	133500	Dual Wheel	3159
2	B.737-800	155500	Dual Wheel	9216
3	B.737-900ER	145500	Dual Wheel	8006
4	B.747-400	869999	Double Dual Tandem	160
5	B.777-200	634490	Triple Dual Tandem	44
6	B.777-300ER	655985	Triple Dual Tandem	7
7	A320	162039	Dual Wheel	10873
8	A332	507063	Dual Tandem	509
9	A333	507063	Dual Tandem	733
10	CRJ-1000	90001	Singel Wheel	2490

Rumus:

$$\log R_1 = (\log R_2) \times \left(\frac{W_2}{W_1} \right)^{\frac{1}{2}} \text{ dan } R_1 = 10^{\log R_1}$$

Keterangan:

R1:Keberangkatan tahunan ekivalen pesawat udara rencana

R2: Keberangkatan tahunan pesawat udara dinyatakan dalam roda pendaratan pesawat udara rencana

W1:Beban roda pesawat udara rencana

W2: Beban roda masing-masing pesawat udara Menentukan W1

$W1 = 1/\text{jumlah roda pendaratan belakang} \times 0,95 \times \text{MTOW}$ (4.2)

B.737-500 : $0,25 \times 0,95 \times 133500 = 31706 \text{ lbs}$

B.737-800: $0,25 \times 0,95 \times 155500 = 36931 \text{ lbs}$

B.737-900: $0,25 \times 0,95 \times 145500 = 34556 \text{ lbs}$

B.747-400: $0,125 \times 0,95 \times 869999 = 103312 \text{ lbs}$

B.777-200: $0,83 \times 0,95 \times 634490 = 500295 \text{ lbs}$

B.777-300: $0,83 \times 0,95 \times 655985 = 517244 \text{ lbs}$

A320: $0,25 \times 0,95 \times 162039 = 38484 \text{ lbs}$

A332: $0,125 \times 0,95 \times 507063 = 60213 \text{ lbs}$

A333: $0,125 \times 0,95 \times 507063 = 60213 \text{ lbs}$

CRJ-1000: $0,5 \times 0,95 \times 90001 = 42750 \text{ lbs}$

Setelah didapatkan $W1 = 517244 \text{ lbs}$ dan $W2$ adalah beban masing-masing pesawat udara sesuai perhitungan di atas. Kemudian dengan mengkonversikan tipe roda pendaratan pesawat udara yaitu dual wheel dikalikan dengan annual departure untuk menentukan nilai $R2$. Nilai konversinya dapat dilihat dalam table. 4.2 Tabel 4.2. Nilai Konversi (Ir. Heru Basuki (1986) Merancang, Merencana Lapangan Terbang)

Konversi dari	Ke	Nilai Konversi
Single Wheel	Dual wheel	0,8
Single Wheel	Dual tandem	0,5
Dual Wheel	Dual tandem	0,6
Double Dual Tandem	Dual tandem	1
Dual tandem	Single wheel	2
Dual tandem	Dual wheel	1,7
Dual wheel	Single wheel	1,3
Double dual tandem	Dual wheel	1,7
Triple Dual Tandem	Dual Tandem	1

Wheel load rencana (W1) yang digunakan adalah yang terbesar yaitu pesawat B.737-900ER sebesar lbs. Selanjutnya mencari Equivalent Annual Departure (R1) digunakan persamaan:

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

B.737-500:

$$\log R1 = \log 3159 \times \left(\frac{31706}{517244} \right)^{0.5}$$

$$R1 = 7$$

B.737-800:

$$\log R1 = \log 9216 \times \left(\frac{36931}{517244} \right)^{0.5}$$

$$R1 = 10$$

B.737-900ER:

$$\log R1 = \log 8006 \times \left(\frac{34556}{517244} \right)^{0.5} \quad R1 = 9$$

B.747-400:

$$\log R1 = \log 160 \times \left(\frac{206624}{517244} \right)^{0.5}$$

$$R1 = 4$$

B.777-200:

$$\log R_1 = \log 44 \times \left(\frac{150691}{247744} \right)^{0.5}$$

$$R1 = 3$$

B.777-300ER:

$$\log R_1 = \log 7 \times \left(\frac{155796}{247744} \right)^{0.5}$$

$$R1 = 2$$

$$A320: \quad \log R_1 = \log 10873 \times \left(\frac{38484}{247744} \right)^{0.5}$$

$$R1 = 10$$

$$A332: \quad \log R_1 = \log 509 \times \left(\frac{120427}{247744} \right)^{0.5}$$

$$R1 = 5$$

$$A333: \quad \log R_1 = \log 73 \times \left(\frac{120427}{247744} \right)^{0.5}$$

$$R1 = 7$$

CRJ-1000:

$$\log R_1 = \log 2490 \times \left(\frac{21375}{247744} \right)^{0.5}$$

$$R1 = 4$$

$$\log R_1 = \log 509 \times \left(\frac{120427}{247744} \right)^{0.5}$$

Berdasarkan tabel di atas didapatkan total Annual Departure (R1) sebesar 61 dengan pesawat udara rencana B.777-300ER yang nantinya nilai tersebut akan diplotkan pada grafik untuk menentukan tebal perkerasan Taxiway NP2.

Perhitungan Tebal Perkerasan Dengan Perhitungan Manual

Setelah menentukan pesawat kritis dan Equivalent Annual Departure tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan rencana tebal perkerasan Taxiway

Menentukan Subgrade

Dalam tahap ini ditentukan pesawat udara rancana yaitu Boeing 777-300ER

dimana konfigurasi rodanya adalah Triple Dual Tandem. Untuk nilai CBR subgrade menggunakan nilai CBR eksisting ditentukan 6%. Dengan menentukan nilai k rencana. Rumus untuk mengonversi nilai CBR ke nilai modulus reaksi tanah dasar adalah sebagai berikut

$$k = \left| \frac{1500 \times CBR}{24} \right|^{0.7782}$$

k – modulus reaksi tanah dasar

Dengan dimensi perencanaan 806,77 m x 30 m, serta dari data yang diperoleh didapatkan CBR tanah lapangan sebesar 6%. Maka didapatkan nilai k, yaitu:

$$k = \left| \frac{1500 \times 25}{24} \right|^{0.7788}$$

$$k = 94,96 \text{ pci} \approx 95 \text{ pci}$$

Roda pendaratan pesawat terberat dapat mempengaruhi pembebanan karena terdapat pada buku pemanduan pembuatan lapangan terbang (IR heru basuki) bahwa pembebanan roda pesawat terberat dengan menghitung untuk roda depan 5% di bagi dengan MTOW dan roda belakang 95% di kali dengan MTOW.

Mencari beban roda pesawat:

W2

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

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

$$R1 = 10^{\log R1}$$

Dimana :

R1 = equivalent annual depature pesawat rencana

R2 = annual depature yang di konveksi ke pesawat rencana

W1 = beban roda pesawat rencana

W2 = beban roda pesawat dikonveksi ke pesawat rencana

Mencari beban roda pendaratan rencana (W2) ;

$$B777-300 \text{ ER} = \frac{1}{1.1} \times 0.95 \times 297.550 = 23.556 \text{ kg}$$

Menentukan Subbase

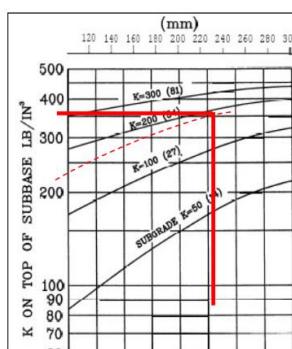
Tujuan penempatan lapisan pondasi bawah/subbase yaitu untuk menghasilkan daya dukung yang sama pada plat beton. Setelah di dapatkan nilai modulus reaksi tanah dasar (k), yaitu $k=95 \text{ pci}$, maka tebal subbase dapat ditentukan dengan menggunakan tebal subbase. Dengan syarat nilai CBR subbase $>25\%$, maka digunakan CBR subbase sebesar 25%. Dapat ditentukan dengan rumus:

$$k = \left[\frac{1500 \times 25}{76} \right]^{0.7788}$$

$$k = 288.58 \text{ pci} \approx 289 \text{ pci}$$

Proyeksi nilai k subgrade = 95 pci dan k subbase = 289 pci pada grafik dapat dilihat pada gambar berikut:

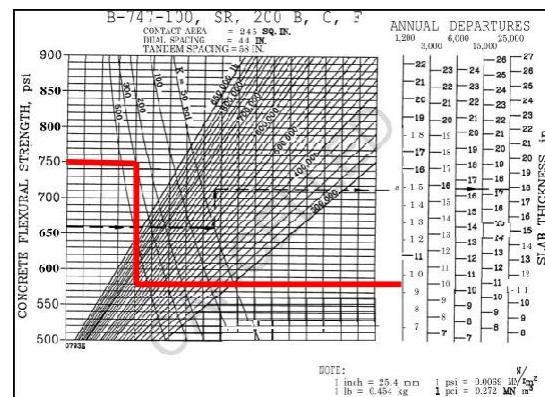
Didapatkan, tebal subbase minimum adalah 11inch atau 27,94 cm. untuk memberikan nilai safety dalam perencanaan tebal subbase, maka dipilih yaitu 28 cm.



Gambar 4.2 Grafik perhitungan tebal subbase (Doc AC No. 150/5320-6D Federal Aviation Administration, section 3, rigid pavement design)

Perencanaan Surface Menggunakan Slab Beton

Perencanaan surface pada perkerasan rigid adalah untuk menentukan tebal slab beton dengan mutu K , pemilihan tersebut berdasarkan tingkat safety dan juga pemenuhan syarat, maka untuk menentukan tebal slab beton/pelat beton di butuhkan. Untuk menentukan perencanaan tebal slab beton / pelat beton pada perkerasan rigid maka perlu dilakukan proyeksi nilai flexural strength 750 psi, yang kemudian ditarik pada nilai k subbase yaitu 289 pci, setelah itu tarik garis menuju nilai MTOW pesawat rencana 655.985 lb, lalu tarik lagi garis ke nilai tebal perkerasan sesuai equivalent annual departure yaitu 7. Dengan menggunakan cara tersebut, maka didapatkan tebal slab beton / pelat beton adalah 9,2inch atau 23,39 cm \approx 25 cm. Cara diatas dapat dilihat pada Gambar berikut



Gambar 4.3 Grafik perhitungan tebal slab beton (Doc AC No. 150/5320-6D Federal Aviation Administration, section 3, rigid pavement design)

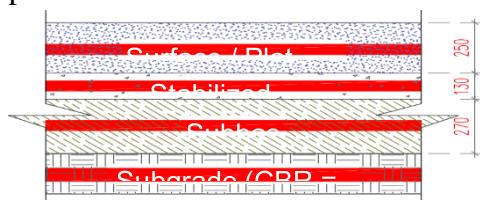
Proyeksikan nilai flexural strength 750 psi, yang kemudian ditarik pada nilai k

subbase yaitu 289 pci, setelah itu tarik garis menuju nilai MTOW pesawat rencana, lalu tarik lagi garis ke nilai tebal perkerasan sesuai equivalent annual departure yaitu 7. Dengan menggunakan cara tersebut, maka didapatkan tebal slab beton / pelat beton adalah 9,2 inch atau $23,39 \text{ cm} \approx 25 \text{ cm}$.

Maka didapatkan tebal perkerasan seperti berikut:

- Tebal Subbase = 27 cm ($k = 289 \text{ pci}$)
- Tebal stabilized base = 13 cm
- Tebal slab beton = 25 cm ($fs = 750$)

Rencana tebal perkerasan dapat dilihat pada Gambar berikut:



Perhitungan tebal perkerasan taxiway NP2 menggunakan FAARFIELD

Desain perkerasan dengan program FAARFIELD merupakan proses iterasi baik untuk desain perkerasan, dalam hal ini adalah perkerasan kaku. Langkah-langkah dalam menggunakan program FAARFIELD secara garis besar adalah sebagai berikut:

- Dari Menu Startup, pilih “create a new job”
- Kemudian copy “Section Name” sesuai perencanaan ke dalam job yang telah dibuat. Lalu masuk ke tab “Structure”
- Modifikasi jenis struktur dan ketebalan lapis perkerasan yang akan dianalisis
- Dari tab “airplane”, pilih jenis pesawat dan bebannya
- -Pilih “Life/Compaction”, untuk

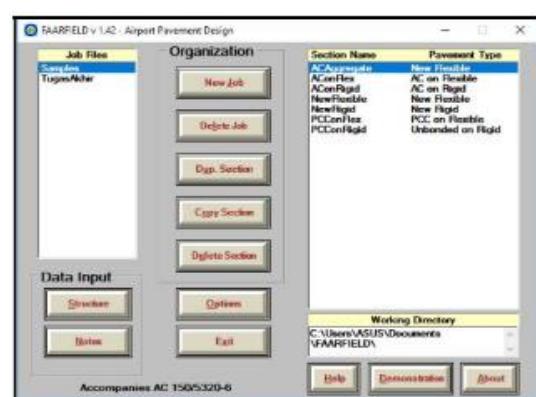
mengetahui umur sisa dan kebutuhan pemadatan

- Pilih “Design Struture” untuk kebutuhan tebal perkerasan
- -Kembali ke Startup dan lihat report hasil analisis.

Maka setelah data tanah dasar (subgrade) sudah dimiliki, serta annual departure masing-masing pesawat sudah tersedia, perencanaan perkerasan menggunakan FAARFIELD sudah bisa dilakukan, sesuai langkah-langkah berikut ini:

a. Buat job baru

Klik tab “New Job”, kemudian copy Section Name “ New Rigid” ke dalam job yang telah dibuat. Lihat Gambar dibawah ini:



b. Penentuan Struktur yang dipakai

Masuk ke tab “Structure”, lalu modifikasi dan tentukan jenis struktur yang akan digunakan pada perkerasan rigid. Berikut adalah tabel material yang dapat digunakan pada perencanaan, dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 4.3 Ketebalan Lapisan Minimum untuk Struktur Perkerasan Kaku(*Advisory Circular ACNo: 150/5320-6F*)

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

Dipilih untuk subbase, menggunakan item P-209 (Crushed Aggregate). Serta stabilized base dibutuhkan untuk semua perkerasan kaku yang baru untuk mengakomodasi pesawat dengan berat 100.000 pounds (45.400 kg) atau lebih, sehingga dipilih item P-304 (Cement Treated Base Course) sebagai lapisan base, dan item P-501 (Portland Cement Concrete) atau PCC sebagai permukaan perkerasan rigid (surface).

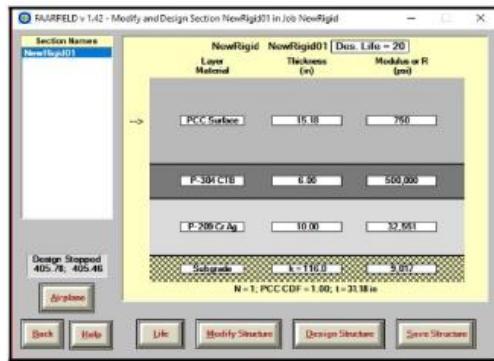
Untuk kekuatan subgrade atau tanah dasar, berdasarkan data eksisting, Bandar Udara Juanda Surabaya memiliki nilai CBR 6%, maka nilai k dapat dicari dengan cara berikut:

$$k = 28.6926 \times CBR^{0.7788}$$

$$k = 28.6926 \times 6^{0.7788}$$

$$k = 115,82 \text{ pci} \approx 116 \text{ pci}$$

Data yang dibutuhkan sudah didapatkan, maka desain struktur dapat dimodifikasi. Kemudian didapatkan hasil analisa dari software FAARFIELD



Gambar 4.6 Hasil perhitungan tebal perkerasan FAARFIELD

Perencanaan Nilai PCN Menggunakan COMFAA

Hasil Perhitungan Manual

Dari hasil perhitungan tebal perkerasan menggunakan metode FAA, yaitu metode manual (Advisory Circular AC No: 150/5320-6D) yang menggunakan grafik untuk penentuannya. Maka didapat tebal perkerasan sebagai berikut:

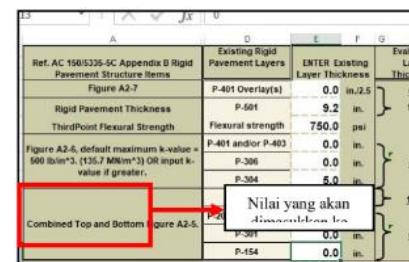
Nilai k subgrade = 95 pci

Tebal subbase = 10.5 inch

Tebal stabilized base = 5 inch

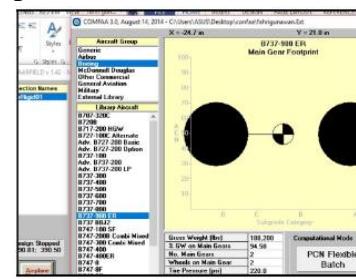
Tebal slab beton = 9.2 inch (fs= 750 psi)

Namun sebelum memasukkan angka-angka diatas ke aplikasi, perlu dilakukan input data ke spreadsheet bawaan aplikasi untuk menentukan nilai k evaluasi (Improved\ k-value) yang nantinya akan dimasukkan ke aplikasi COMFAA. Langkah tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut:



Gambar 4.7 Spreadsheet COMFAA

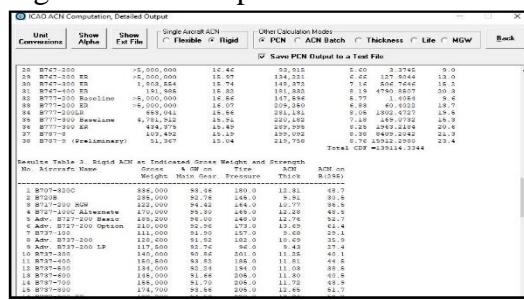
Setelah didapat nilai k evaluasi, maka nilai-nilai tersebut sudah bisa dimasukkan ke dalam aplikasi COMFAA dapat di lihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Tampilan Startup COMFAA

Pilih tab “PCN Rigid Batch” untuk mulai menghitung nilai PCN berdasarkan data yang telah di input. Setelah proses running selesai maka hasilnya dapat dilihat dalam tab”Details”. Dibawah ini adalah hasil perhitungan nilai PCN menggunakan COMFAA, seperti tampak pada Gambar 4.9 berikut:

pada kotak merah digambar 4.9 dapat dilihat nilai CDF berdasarkan perhitungan adalah 139114.3344. sedangkan pada FAA nilai CDF yang baik <1 . Sehingga sudah dapat dipastikan bahwa struktur tersebut tidak dapat digunakan dalam perencanaan.



Gambar 4.9 Hasil Perhitungan COMFAA dari metode manual

Hasil Perhitungan Menggunakan Aplikasi

Hasil perhitungan tebal perkerasan yang dihitung menggunakan aplikasi FAARFIELD mengacu pada Advisory Circular AC No: 150/5320-6F. Didapatkan tebal perkerasan sebagai berikut:

Nilai k subgrade = 116 pci

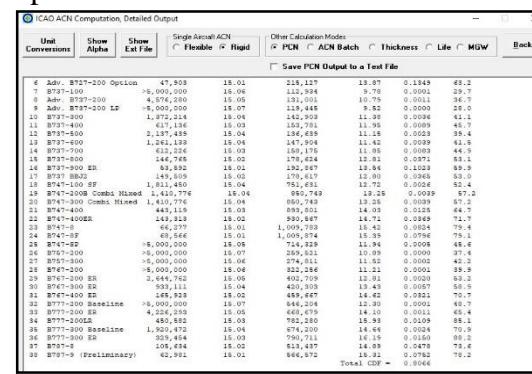
Tebal subbase = 6 inch

Tebal stabilized base = 10 inch

Tebal slab beton = 15,18 inch (fs= 750psi)

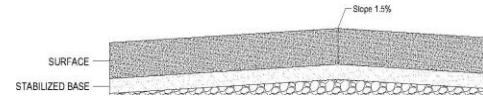
Lakukan langkah yang sama, yaitu masukkan data-data diatas pada speadseheet bawaan aplikasi hingga

didapatkan nilai k evaluasi (Improved\ k-value), yang kemudian nilai tersebut dimasukkan ke dalam aplikasi COMFAA. Perlu untuk melakukan simulasi didalam aplikasi COMFAA untuk memperoleh nilai ketebalan yang ekonomis, sehingga surface dibuat menjadi 15.2 inch. Berikut pada Gambar 4.10 ditunjukkan hasil perhitungan PCN setelah running aplikasi:

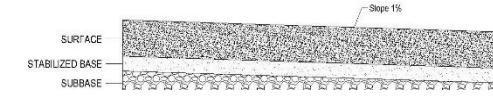


Gambar 4.10 Hasil Perhitungan COMFAA dari FAARFIELD

Didapatkan nilai CDF adalah $0,8066 < 1$, dengan nilai PCN = 88,2 untuk mengakomodir pesawat terkritis. Maka dapat dikatakan bahwa struktur perkerasan yang dirancang mampu menanggung beban lalu lintas, dan ketebalan PCC surface 15,2 inch/ 38,61 cm \approx 39 cm



Gambar 4.11 Potongan melintang taxiway



Gambar 4.13 Tampak samping taxiway

Kesimpulan

Setelah dilakukan perencanaan perubahan konstruksi taxiway Bandar Udara Juanda

Surabaya penulis mengangkat kesimpulan sebagai berikut:

- Terdapatnya banyak kerusakan yang terjadi akibat suhu perkerasan dan muka air tanah yang tinggi akibat adanya tampungan air sebelah taxiway, berdasarkan tes HWD (Heavy Weight Deflectometer) teridentifikasi kondisi lapisan Base Course dan Sub Base yang sudah dalam kondisi kurang baik. kerusakan yang terjadi pada perkerasan yaitu lendutan jalur roda (Rutting) dan adanya perubahan asumsi desain perlu dilakukan perencanaan ulang perkerasan taxiway dan bertambahnya penggunaan prasarana sisi udara yang melebihi kapasitas sehingga seharusnya dilakukan pemulihan dan peningakatan.
- Dengan dilakukannya perbandingan perencanaan tiap lapisan dengan membandingkan perhitungan dengan menggunakan perhitungan manual dan software FAARFIELD maka didapatkan tebal masing – masing perkerasan. Kemudian dilakukan penentuan rencana perkerasan yang akan digunakan yang memenuhi syarat dengan Software COMFAA. Didapatkan nilai CDF pada perhitungan manual yang melebihi angka 1 yang tidak memenuhi standar dari FAA sedangkan perhitungan yang dilakukan menggunakan FAARFIELD didapatkan nilai CDF yang sesuai yaitu 0,8066 kurang dari 1 maka dapat dikatakan bahwa struktur perkerasan yang dirancang mampu menampung beban lalu lintas yang

akan dilalui. Dengan mendapatkan nilai PCN 88,2 yang sanggup mengakomodir pesawat terkritis.

Daftar Pustaka

- Basuki, H. (1990). Merancang, Merencana Lapangan Terbang. Bandung, Indonesia: Alumni.
- Horonjeff, R. (2010). Planning and Design of Airport. McGraw-Hill, New York.
- International Civil Aviation Organization. (1983). 9157-AN/901 Pavement. Second Edition.
- International Civil Aviation Organization. (1987). 9184 –AN/902 Airport Planning Manual Part 1 Master Planning. Second Edition.
- International Civil Aviation Organization. (2009). Aerodromes. Fifth Edition, Montreal.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : KM 11 Tahun 2010 tentang Tataan Kebandarudaraan Nasional.
- Surat Keputusan Direktorat Jendral Perhubungan Udara No : KP262 2017, tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandara.