

KAJIAN UMUR LAYAN TERHADAP PERUBAHAN MUTU BETON DAN CBR *SUBGRADE* PADA PERKERASAN KAKU BANDAR UDARA

ERLANGGA MAULANA BASUKI¹, BARKAH WAHYU WIDIANTO²

1. Mahasiswa, Institut Teknologi Nasional Bandung, Bandung, Indonesia
2. Dosen, Institut Teknologi Nasional Bandung, Bandung, Indonesia
Email: erlanggabasuki21@gmail.com

ABSTRAK

Beberapa perkerasan pada bandar udara yang mengalami kerusakan sebelum umur layan yang direncanakan terutama pada perkerasan kaku. Umur layan pada perkerasan umumnya dipengaruhi oleh beberapa parameter desain contohnya pada mutu material pelat beton dan CBR Subgrade. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh umur layan terhadap perubahan parameter desain di perkerasan kaku. Metode yang digunakan adalah metode Federation Aviation Administration AC 150/5320-6G dengan software FAARFIELD V 2.0.18. Analisis dilakukan dengan melakukan alternatif penurunan mutu material pelat beton dan CBR Subgrade. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh model perubahan kondisi dari 0 - 50% terhadap umur layan pada CBR Subgrade yaitu $y = 20.239e^{-0.008x}$ dan 0 - 45% pada mutu material pelat beton yaitu $y = 25,165e^{-0.119x}$. Penurunan mutu material pelat beton memiliki perubahan umur layan paling besar dibandingkan Penurunan CBR Subgrade karena memiliki nilai eksponensial (penurunan umur layan) terbesar.

Kata kunci: Umur layan, Perkerasan Kaku, Mutu Pelat Beton, CBR Subgrade

ABSTRACT

Some of the airport pavements suffered damage prior to the planned service life. The service life of the pavement is generally influenced by some design parameters, such as the quality of the concrete slab material and CBR Subgrade. The purpose of this research is to find out the influence of the service life on the change in design parameters in rigid pavement. The method used is Federation Aviation Administration AC 150/5320-6G with FAARFIELD V 2.0.18 software. The analysis was carried out with alternative measures of decreased material quality of concrete slab and CBR Subgrade. Based on the results of the research, the model for the change of conditions from 0 – 50% to service life on CBR Subgrade is $y = 20.239e^{-0.008x}$ and 0 - 45% on the quality of concrete slab material is $y = 25,165e^{-0.119x}$. The decreased the quality of the concrete slab material has the greatest change in service life compared to the CBR Subgrade decrease because it has the largest exponential value.

Keywords: Service Life, Rigid Pavement, Quality Of Concrete Slab, CBR Subgrade

1. PENDAHULUAN

Bandar udara dirancang memiliki kekuatan struktur yang mampu menahan beban pesawat udara ketika melakukan kegiatan saat pesawat berhenti. *Federal Aviation Administration* (FAA) mengembangkan sebuah *software* yaitu *Federal Aviation Administration Rigid and Flexible Iterative Elastic Layered Design* (FAARFIELD) yang diatur dalam standar desain FAA yaitu pedoman AC 150/5320-6G, *Airport Pavement Design and Evaluation*. *Software* tersebut berfungsi untuk merancang dan menganalisis kebutuhan tebal lapisan perkerasan dan umur layan pada sisi udara bandar udara. Parameter yang dibutuhkan pada *software* tersebut meliputi nilai mutu material pelat beton, CBR *subgrade*, dan *annual departure*. Menurut Audi (2022), bahwa CBR *Subgrade* memiliki pengaruh paling tinggi terhadap umur layan perkerasan lentur sedangkan pada perkerasan kaku memiliki struktur yang berbeda dengan perkerasan lentur dalam memikul beban yang direncanakan, sehingga bisa saja parameter yang mempengaruhi umur layan berbeda dari perkerasan lentur.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dengan parameter seperti CBR *subgrade*, *annual departure*, dan mutu material dapat dilakukan analisis pada perkerasan kaku. Pada penelitian ini akan dilakukan simulasi untuk mengetahui pengaruh parameter mutu material pelat beton dan CBR *Subgrade* terhadap perkerasan kaku.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode FAA AC 150/5320-6G dengan bantuan *software* FAARFIELD. Data yang digunakan yaitu data sekunder seperti data lalu lintas bandar udara selama 10 tahun terakhir (2012-2022) dan data jenis pesawat selama 10 tahun terakhir (2012-2022). Penelitian ini dimulai dengan mendesain tebal perkerasan awal (lapisan stabilisasi, pondasi, dan pondasi bawah) untuk mendapatkan tebal lapisan permukaan sehingga dapat diketahui umurnya. Setelah diperoleh umur layan, kemudian dilakukan perubahan kondisi dengan menurunkan nilai CBR *Subgrade* dan mutu pelat beton. Ketentuan perubahan kondisi yang dilakukan yaitu ketika salah satu parameter dilakukan perubahan, maka parameter lainnya tidak berubah/kondisi awal desain contohnya apabila mutu pelat beton berkurang 10% dari kondisi awal, maka nilai CBR *Subgrade* tidak berubah (penurunan 0%). Hasil umur layan yang diperoleh akan dilakukan perbandingan umur layan untuk mengetahui parameter mana dari CBR *Subgrade* atau mutu material pelat beton yang paling berpengaruh terhadap perkerasan kaku di bandar udara.

3. ISI

3.1 Data Lalu Lintas Pesawat

Data *annual departure* dan jumlah penerbangan tahunan setiap pesawat di Bandar Udara Mutiara SIS Al-Jufri Palu diperoleh dari Kantor Unit Penyelenggara Bandar Udara Kelas 1 Mutiara Sis Al Jufri. Diperoleh data *annual departure* setiap pesawat digunakan dari tahun 2019 karena data penerbangan tersebut hanya untuk penerbangan reguler (tidak termasuk kargo, militer, dan pribadi) sedangkan untuk data jumlah penerbangan tahunan dari tahun 2012 hingga 2019. Data tersebut dapat dilihat pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

Tabel 1. Data Jumlah Penerbangan Tahunan Bandara Mutiara SIS Al-Jufri Palu Tahun 2012 - 2019

No	Tahun	Total <i>Annual Departure</i>	Faktor Pertumbuhan
1	2012	3751	0,00%
2	2013	4338	15,65%
3	2014	3879	-10,58%
4	2015	4142	6,78%
5	2016	5880	41,96%
6	2017	6029	2,53%
7	2018	6101	1,19%
8	2019	6344	3,98%
rata rata			8,79%

Sumber: Kantor UPBU Kelas 1, 2022

Tabel 2. Data *Annual Departure* Pesawat Reguler di Bandara Mutiara SIS Al-Jufri Palu Tahun 2019

No	Jenis Pesawat	MTOW (Kg)	<i>Annual Departure</i> 2019
1	A320-200	78.400	690
2	ATR-72 (D50)	22.800	2.454
3	B737-500	60.781	132
4	B737-800	79.242	1.826
5	B737-900 ER	85.366	765
6	CESSNA 208B	3.969	84
Total			5.951

Sumber: Kantor UPBU Kelas 1, 2022

Dari **Tabel 1** diketahui jumlah total penerbangan dari tahun 2012 - 2019 memiliki faktor pertumbuhan volume lalu lintas rata rata sebesar 8,79% yang diasumsikan sama untuk setiap jenis pesawat pada **Tabel 2**. Untuk umur rencana yang digunakan yaitu 20 tahun karena menggunakan *default* dari FAARFIELD . Untuk **Tabel 2** diketahui jumlah *annual departure* untuk pesawat reguler di bandara Mutiara Sis Al Jufri Palu sebesar 5.951 pesawat.

3.2 Data CBR *Subgrade*

Pada penelitian ini menggunakan nilai CBR *subgrade* sebesar 6% sebagai nilai CBR rencana dari penelitian sebelumnya oleh Audi (2022) yang dijadikan sebagai nilai CBR utama.

Untuk nilai subgrade dengan CBR 6%, maka diperoleh nilai modulus reaksi tanah dasar (k) berdasarkan persamaan 1 diperoleh nilai k yaitu 31,4 MN/m³:

$$k = 28,6926 \times 6^{0,7788} \quad (1)$$

3.3 Data Mutu Beton

Jenis mutu beton yang digunakan pada penelitian ini yaitu K500 untuk lapisan permukaan/surface. Mutu beton K500 memiliki nilai kuat tekan f_c' sebesar 40,71 Mpa yang dengan modulus lentur beton (R) berdasarkan persamaan 2 diperoleh nilai sebesar 4,79 Mpa.

$$R = 0,75\sqrt{f_c'} \quad (2)$$

3.4 Perancangan Tebal Perkerasan Kaku Menggunakan Metode *Federal Aviation Administration (FAA)*

The screenshot shows the FAARFIELD software interface. The 'Job Name' is 'FAARFIELD MUTIARA SIS AL JL'. The 'Section Name' is 'DESAIN AWAL LIFE'. The 'Pavement Type' is 'New Rigid'. The 'Pavement Layers' table is as follows:

Material	Thickness (mm)	E (MPa)	k (MN/m ³)	R (MPa)
P-501 PCC Surface	355	27,579.04		4.79
P-306 Lean Concrete	150	4,826.33		
P-209 Crushed Aggregate	300	357.95		
P-154 Uncrushed Aggregate	300	109.39		
Subgrade		62.05	31.4	

The 'Status' section indicates: 'New Rigid Analysis Completed', 'Run Time: 412 seconds', '%CDFU = 211.35; PCC CDF = 1.00; Life = 20.0 yrs;'.

Gambar 2. Tampilan Hasil Running Aplikasi FAARFIELD

Perancangan dilakukan dengan menggunakan *software* FAARFIELD V 2.0.18. sehingga diperoleh tebal lapisan permukaan/surface dan umur layan utama seperti pada **Gambar 2**. Pemodelan dilakukan dengan merubah parameter desain mutu pelat beton dan CBR *Subgrade* untuk mengetahui pengaruh umur layan terhadap perkerasan kaku seperti pada **Tabel 3** dan **Tabel 4**.

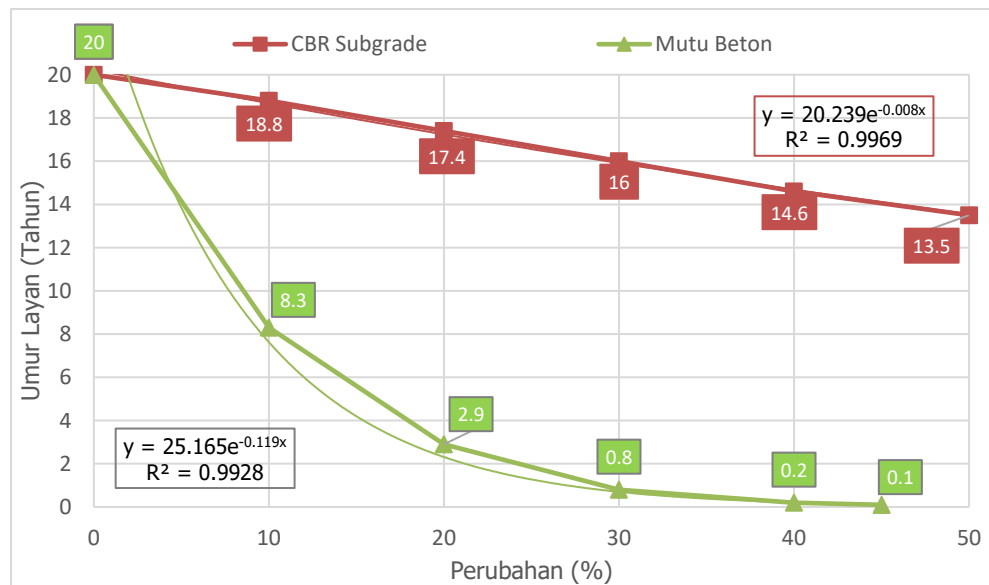
Tabel 3. Alternatif Perubahan CBR *Subgrade*

No	Penurunan (%)	CBR <i>Subgrade</i> (%)
1	0	6
2	10	5,4
3	20	4,8
4	30	4,2
5	40	3,6
6	50	3

Tabel 4. Alternatif Perubahan Mutu Beton

No	Penurunan (%)	K (kg/cm ²)	F'c (Mpa)	R (Mpa)
1	0	450	36,64	4,54
2	10	405	32,98	4,31
3	20	360	29,31	4,06
4	30	315	25,65	3,80
5	40	270	21,98	3,52
6	42	261	21,25	3,46

3.5 Analisis Pengaruh Umur Layan Terhadap Perubahan Mutu Pelat Beton dan CBR Subgrade



Gambar 3. Grafik Sisa Umur Layan Terhadap Perubahan Mutu Pelat Beton

Berdasarkan analisis yang dilakukan, hasil sisa umur layan yang diperoleh digambarkan dengan grafik seperti pada **Gambar 3**. Pada **Gambar 3**, diketahui garis penurunan mutu material pelat beton berada di bawah garis penurunan CBR *Subgrade*. Hal ini menunjukkan parameter mutu material pelat beton merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap perkerasan kaku di bandar udara dibandingkan CBR.

Tabel 4. Nilai Rasio, Sisa, dan Penurunan Umur Layan Akibat Perubahan Mutu Pelat Beton dan CBR Subgrade

No	Perubahan Kondisi (%)	Sisa Umur Layan (Tahun)		Penurunan Umur Layan (Tahun)		Rasio Penurunan Umur Layan	
		Penurunan CBR <i>Subgrade</i>	Mutu Beton	Penurunan CBR <i>Subgrade</i>	Mutu Beton	Penurunan CBR <i>Subgrade</i>	Mutu Beton
1	0	20	20	0	0	0,000	0,000
2	10	18,8	8,3	1,2	11,7	0,060	0,585
3	20	17,4	2,9	2,6	17,1	0,130	0,855
4	30	16	0,8	4	19,2	0,200	0,960
5	40	14,6	0,2	5,4	19,8	0,270	0,990
6	50	13,5	0,1	6,5	19,9	0,325	0,995

Pada **tabel 4** diketahui nilai rasio umur layan pada setiap persentase perubahan kondisi oleh mutu pelat beton dan CBR *Subgrade* beserta sisa dan penurunannya. Sisa umur layan diperoleh dari *software* FAARFIELD sedangkan penurunan didapat dari umur layan utama dikurangi setiap perubahan yang terjadi dan untuk nilai rasio penurunan didapatkan dari perbandingan antara penurunan umur layan dan umur layan eksisting.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, diketahui parameter yang mengakibatkan penurunan umur layan pada perkerasan kaku paling besar di bandar udara yaitu mutu material pelat beton dimana perubahan terbesar terdapat pada perubahan kondisi 45% di mutu material pelat beton dengan rasio 0,995 yang mendekati nilai 1. Hal tersebut karena model matematika yang diperoleh dari grafik yaitu $y = 25,165e^{-0.119x}$ untuk mutu pelat beton dan $y = 20.239e^{-0.008x}$ untuk CBR *Subgrade* dimana semakin besar nilai eksponensial (penurunan umur layan), maka semakin besar perubahan yang terjadi.

DAFTAR RUJUKAN

- Aprilia Wulandari, S. H. (2022). *Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Apron Bandara Mutiara SIS Al-Jufri*. Journal of Civil Engineering and Planning.
- Direktorat Jendral Perhubungan Udara. (2019). *Standar Teknis Dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil-Bagian 139*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Direktorat Jendral Perhubungan Udara. (2021). *Spesifikasi Teknis Pekerjaan Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Federal Aviation Administration. (2021). *Advisory Circular No.150-5320-6G*. United States: Department of Transportation.
- Horonjeff, R. a. (2010). *Planning and Design of Airports (Fifth Edition)*. United States: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Yudodiharjo, R. C. (2022). *Sensitivitas Parameter Desain terhadap Umur Layan pada Perkerasan Landasan Pacu Bandar Udara*. RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil.