

ANALISIS TEBAL PERKERASAN LENTUR METODE ANALISA KOMPONEN AREA *SOUTH CHECK ROAD* DENGAN MENERAPKAN PROGRAM KENPAVE DI BANDAR UDARA SYAMSUDIN NOOR BANJARMASIN

Putu Ariesta G. W.¹, Ranatika Purwayudhaningsari², Hartono³

Teknik Bangunan dan Landasan, Politeknik Penerbangan Surabaya

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

Email: putuariesta29@gmail.com

Abstrak

Pengembangan fasilitas sisi udara di bandara sangat penting untuk memastikan operasional yang aman, efisien, dan berkelanjutan. Salah satu fasilitas utama adalah jalan inspeksi yang berperan dalam pengawasan rutin, patroli keamanan, dan penanganan keadaan darurat. Penelitian ini dilakukan sebagai tanggapan terhadap kondisi jalan inspeksi sisi selatan Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin yang belum memenuhi standar teknis perkerasan, sehingga dapat mengganggu operasional penerbangan dan menurunkan keselamatan. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan ketebalan perkerasan lentur jalan inspeksi dengan Metode Analisa Komponen tahun 1987, serta melakukan evaluasi menggunakan program KENPAVE. Proses dimulai dengan pengumpulan data lalu lintas kendaraan operasional, data CBR, dan parameter material. Analisis dilakukan dalam dua tahap, yaitu perhitungan tebal perkerasan dan simulasi kinerja struktur perkerasan. Hasil menunjukkan bahwa lapisan perkerasan terdiri dari permukaan 5 cm, pondasi atas 20 cm, dan pondasi bawah 13,1 cm, mampu menahan beban rencana sebesar 4.385.619,98 ESAL. Hasil simulasi KENPAVE menunjukkan regangan 0,000332 KPa dan tegangan 0,0000644 KPa, masih dalam batas aman, serta umur layanan sesuai rencana operasional.

Kata Kunci: Perkerasan Lentur, Analisa Komponen, KENPAVE, Jalan Inspeksi, Umur Layanan Perkerasan

Abstract

The development of airside facilities is essential to ensure safe, efficient, and sustainable airport operations. One key facility is the inspection road, which supports routine monitoring, security patrols, and emergency response. This study addresses the inadequate pavement conditions of the south-side inspection road at Syamsudin Noor Airport, Banjarmasin, which fall short of technical standards and could impact flight safety and operations.

The primary objective is to design the flexible pavement thickness using the 1987 Component Analysis method and evaluate its performance using the KENPAVE software. The process involves collecting data on operational vehicle traffic, California Bearing Ratio (CBR), and pavement material properties. The analysis consists of two stages: calculating pavement thickness through component analysis and simulating structural response using KENPAVE.

The results indicate that a pavement structure with a 5 cm surface layer, 20 cm upper base, and 13.1 cm subbase can support a design load of 4,385,619.98 ESAL. Based on KENPAVE simulations, the maximum strain (0.000332 KPa) and stress (0.0000644 KPa) remain within acceptable limits, and the predicted pavement service life meets the required operational period.

Keywords: *Flexible Pavement, Component Analysis, KENPAVE, Check Road, Pavement Service Life.*

PENDAHULUAN

Bandara Syamsudin Noor berlokasi di Banjarbaru, Kalimantan Selatan (03°26'23" LS, 114°45'10" BT). Dibangun ulang oleh Jepang pada 1944 dan diresmikan lewat SK Menteri Perhubungan pada 4 November 1985. Terminal baru mulai digunakan sejak 10 Desember 2019. Runway bernomor 10 di utara dan 28 di selatan.

Bandar Udara Syamsudin Noor di Kalimantan Selatan memiliki lokasi strategis karena provinsi ini kaya akan sumber daya alam, terutama di bidang pertambangan[1]. Kondisi tersebut menyebabkan Kalimantan Selatan memiliki tingkat migrasi penduduk yang tinggi, karena jumlah penduduk aslinya masih relatif sedikit[2]. Peningkatan aktivitas penerbangan di Bandara Syamsudin Noor didorong oleh pertumbuhan industri dan ekonomi. Sebagai pintu utama udara Kalimantan Selatan, bandara ini membutuhkan fasilitas modern dan layanan yang terjangkau.

Menurut PM 39 Tahun 2019, bandara adalah area lepas landas dan pendaratan pesawat yang melayani transportasi penumpang dan barang secara aman. Terminal mendukung bongkar muat dan konektivitas antarmoda. Berdasarkan SKEP 347/XII/99, jalan inspeksi dibangun mengelilingi bandara untuk pemeriksaan rutin dan akses darurat.

Survei menunjukkan inspeksi masih dilakukan langsung di runway 10–28, sehingga kurang efisien dan berisiko mengganggu penerbangan, terutama akibat hewan liar. Patroli juga belum menjangkau seluruh area, memicu pembobolan pagar. Maka, diperlukan jalan inspeksi sisi selatan dengan perkerasan lentur agar inspeksi lebih aman dan tidak mengganggu operasional.

Pembangunan south check road penting untuk mendukung inspeksi optimal. Jalan ini termasuk fasilitas bandara sesuai SKEP 347/XII/99 dan direncanakan menggunakan Metode Analisa Komponen 1987, adaptasi dari Metode AASHTO 1972 yang disesuaikan dengan kondisi Indonesia[3].

Metode Analisa Komponen unggul karena menggunakan parameter terukur, menghasilkan perhitungan akurat, analisis lapisan yang detail, serta efisien dan hemat biaya[4].

Setelah tebal perkerasan ditentukan, perlu dipastikan daya dukungnya sesuai umur rencana [5]. Analisis ini dapat dibantu dengan software seperti KENPAVE, AASHTO, WinPAS, dan Civil 3D

Perhitungan tegangan dan regangan cukup rumit, KENPAVE dipilih untuk analisis tebal perkerasan south check road karena mampu menyederhanakan proses dengan hasil yang lebih akurat[6]. KENPAVE dapat memprediksi kerusakan perkerasan seperti retak leleh dan deformasi, sehingga membantu memastikan ketebalan perkerasan cukup untuk menahan beban hingga akhir umur rencana.[7]. KENPAVE mendukung berbagai jenis perkerasan dan pemodelan beban, lebih fleksibel dibanding AASHTO atau WinPAS. Selain itu, KENPAVE gratis dan umum digunakan di kalangan akademik.

TINJAUAN PUSTAKA

Ruang Lingkup Fasilitas Bandar Udara

Menurut UU No. 1 Tahun 2009, bandara adalah area untuk aktivitas pesawat dan penumpang, lengkap dengan fasilitas penunjang. Berdasarkan Permenhub No. 77

Tahun 2015, fasilitas bandara terbagi menjadi sisi darat dan sisi udara untuk mendukung operasional penerbangan.

Tipe Perkerasan Jalan

Perkerasan adalah elemen penting dalam infrastruktur jalan yang terdiri dari beberapa lapisan dengan kekuatan dan daya dukung yang bervariasi. Secara umum, perkerasan dibagi menjadi dua jenis, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

Perencanaan Perkerasan Lentur Menggunakan Analisa Komponen

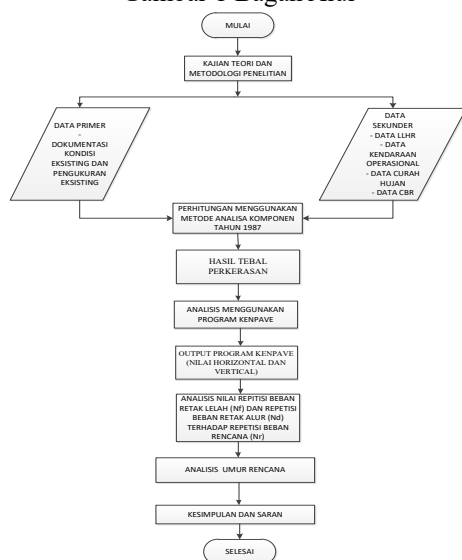
Metode Analisa Komponen 1987 merupakan hasil adaptasi dari metode AASHTO tahun 1972 yang telah direvisi pada tahun 1981. Adaptasi ini tidak hanya berupa terjemahan, melainkan telah disesuaikan dengan kondisi alam dan lingkungan di Indonesia.

Program Kenpave

Perangkat lunak KENPAVE terdiri dari dua program utama, yaitu Kenlayer untuk menganalisis perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan Kenslab untuk perkerasan kaku (*rigid pavement*). KENPAVE digunakan sebagai alat bantu dalam menganalisis tebal perkerasan jalan secara lebih akurat [3]

METODE

Gambar 1 Bagan Alur



Perencanaan

Sumber: Olahan Penulis, 2025

Studi Literatur dan Metodologi penelitian

1. Metode Studi Pustaka

Studi pustaka adalah metode pengumpulan informasi dan data dalam penelitian dengan memanfaatkan sumber tertulis seperti jurnal, buku, dan laporan sebagai acuan untuk memperoleh data yang relevan.

2. Metode Observasi

Metode Observasi yaitu metode pengumpulan informasi dengan cara mengamati secara langsung di suatu area atau wilayah. Yang dimana dalam hal ini peneliti mengamati objek secara langsung tanpa memanipulasi atau mengubah situasi yang ada.

Data Pendukung

1. Data CBR Tanah

Data CBR Tanah Bandar Udara Syamsudin Noor Banjarmasin diperoleh dari pihak Aiport Facilities di bandara saat melaksanakan On The Job Training

2. Data Kendaraan Operasional

Data kendaraan operasional Bandara Syamsudin Noor diperoleh dari Aerodrome Manual dan hasil observasi langsung di lapangan.

3. Data lalu lintas harian

Informasi terkait lalu lintas harian dikumpulkan dengan cara melakukan pengamatan langsung dengan mengamati kendaraan yang rutin melakukan inspeksi di area sisi udara.

4. Data iklim atau curah hujan

Data iklim atau curah hujan didapatkan melalui Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Kelas II Syamsudin Noor Banjarmasin.

5. Dokumentasi kondisi eksisting dan Dokumentasi pengukuran existing dilakukan melalui observasi langsung

di Bandara Syamsudin Noor, dengan hasil panjang 947 m dan lebar 4,5 m untuk south check road.

Perencanaan Tebal Perkerasan Metode Analisa Komponen

Perencanaan di Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin dilakukan menggunakan Metode Analisa Komponen Tahun 1987 yang disesuaikan dengan kondisi lapangan. Metode ini mengacu pada *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur* yang diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga pada tahun 1987.

Analisa Tebal Perkerasan Lentur Pada Program KENPAVE

Program KENPAVE memungkinkan evaluasi menyeluruh tebal perkerasan lentur dari tanah dasar hingga permukaan, dengan simulasi akurat untuk memastikan daya tahan dan umur layanan optimal.

Umur Rencana Metode Analisa Komponen dan Program KENPAVE

Metode Analisa Komponen menetapkan umur rencana perkerasan lentur jalan baru selama 20 tahun, atau 10 tahun untuk kondisi khusus dan proyek peningkatan jalan. (Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga, 1987).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perencanaan Jalan Inspeksi

Jalan inspeksi sisi selatan Bandara Syamsudin Noor diperlukan untuk meningkatkan pengawasan, karena akses saat ini hanya ada di sisi utara. Tanpa jalan ini, sering terjadi pelanggaran yang mengganggu keselamatan dan operasional bandara.

2. Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Metode Analisa Komponen

Perencanaan tebal perkerasan lentur jalan inspeksi sisi selatan Bandara Syamsudin

Noor menggunakan Metode Analisa Komponen, yang mempertimbangkan lalu lintas harian dan curah hujan wilayah kering. Ketebalan ditentukan berdasarkan beberapa parameter utama.

1. Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)
2. Distribusi kendaraan ditetapkan berdasarkan arah gerak, dan karena jalan inspeksi hanya satu lajur satu arah, koefisien distribusinya adalah 1,00 untuk semua kendaraan.

Tabel 1 Hasil Konfigurasi Sumbu Beban Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Beban Sumbu		Beban (Ton)	Konfigurasi Sumbu
		Depan	Belakang		
1	kendaraan ringan	1	1	2	1.1 HP
2	bus besar	3	5	8	1,2
3	Truk 2 as (H)	4	9	13	1,2 H
4	Truk 3 as	5	15	20	1,22

Sumber: Olahan Penulis, 2025

Angka Ekuivalen dihitung berdasarkan beban sumbu kendaraan operasional yang sering melewati jalan inspeksi, menggunakan Metode Analisa Komponen. Berikut hasil perhitungannya untuk beberapa tipe kendaraan.

Tabel 2 Data Angka Ekuivalen Masing-masing jenis kendaraan

Jenis Kendaraan	Angka Ekuivalen
Kendaraan Ringan	0,0004
Bus (8 ton)	0,1593
Truk 2 as (13 ton)	1,0648
Truk 3 as (20 ton)	1,0375

Sumber: Olahan Penulis, 2025

3. Umur Rencana dan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Umur rencana jalan inspeksi ditetapkan 20 tahun, dari 2027 hingga 2047, dengan masa perencanaan dan pembangunan selama 2 tahun.

4. Lalu lintas harian Rata-rata (LHR)

Tabel 3 Data Lalu Lintas Rata-rata Harian

No	Kendaraan Operasional	LHR (kendaraan/hari)
1	Kendaraan ringan	55
2	Bus Besar	8
3	Truk 2 as (H)	8
4	Truk 3 as	20

Sumber: Olahan Penulis, 2025

Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung LHR pada dua tahun awal setelah jalan dibangun:

- Kendaraan Ringan

$$\text{LHR (Permulaan UR)} = 55 \times (1+0,01)^2 = 56,1$$

- Bus Besar

$$\text{LHR (Permulaan UR)} = 8 \times (1+0,01)^2 = 8,2$$

- Truk 2 as (H)

$$\text{LHR (Permulaan UR)} = 8 \times (1+0,01)^2 = 8,2$$

- Truk 3 as

$$\text{LHR (Permulaan UR)} = 20 \times (1+0,01)^2 = 20,4$$

Perhitungan lalu lintas harian rata - rata (LHR) pada akhir umur rencana di tahun umur rencana yaitu (20 tahun) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut ini:

- Kendaraan Ringan

$$\text{LHR (Permulaan UR)} = 56,1 \times (1+0,01)^{20} = 377,4$$

- Bus Besar

$$\text{LHR (Permulaan UR)} = 8,2 \times (1+0,01)^{20} = 54,9$$

- Truk 2 as (H)

$$\text{LHR (Permulaan UR)} = 8,2 \times (1+0,01)^{20} = 54,9$$

- Truk 3 as

$$\text{LHR (Permulaan UR)} = 20 \times (1+0,01)^{20} = 137,3$$

Berikut merupakan tabel hasil perhitungan lalu lintas harian awal pada perencanaan jalan inspeksi di Bandar udara Syamsudin Noor Banjar masin:

Tabel 4 Data Lalu Lintas Harian Awal

LHR awal = LHR data survey $\times (1+i)^n$		
Jenis Kendaraan	Beban Sumbu	LHR Awal
Kendaraan Ringan	2 ton	56,1
Bus	8 ton	8,2
Truk 2 as	10 ton	8,2
Truk 3 as	20 ton	20,4

Sumber: Olahan Penulis, 2025

5. Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

- Kendaraan Ringan

$$\text{LHR (Permulaan UR)} = 5,16 \times 1 \times 0,0004 = 0,02244$$

- Bus (8 ton)

$$\text{LHR (Permulaan UR)} = 8,2 \times 1 \times 0,1592 = 1,30002$$

- Truk 2 as (13 Ton)

$$\text{LHR (Permulaan UR)} = 8,2 \times 1 \times 1,0648 = 8,68962$$

- Truk 3 (20 Ton)

$$\text{LHR (Permulaan UR)} = 20,4 \times 1 \times 1,0375 = 21,1671$$

Hasil perhitungan LEP untuk perencanaan jalan inspeksi di Bandar Udara Syamsudin Noor:

Tabel 5 Hasil Perhitungan Lintas Ekuivalen Permulaan

LEP = C x LHR Awal x E	
Jenis Kendaraan	LEP
Kendaraan Ringan	0,02244
Bus (8 ton)	1,30002
Trus 2 as (13 ton)	8,68962
Truk 3 as (20 ton)	21,1671
TOTAL	31,17915

Sumber: Olahan Penulis, 2025

6. Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

- Kendaraan Ringan
LHR (Permulaan = 377,4 x 1 x 0,0004
UR)
= 0,15098
- Bus (8 ton)
LHR (Permulaan = 54,9 x 1 x 0,1593
UR)
= 8,74585
- Truk 2 as (13 Ton)
LHR (Permulaan = 54,9 x 1 x 1,0648
UR)
= 58,45942
- Truk 3 (20 Ton)
LHR (Permulaan = 137,3 x 1 x 1,0375
UR)
= 142,4015

Berikut merupakan hasil perhitungan lalu lintas harian akhir pada perencanaan jalan inspeksi di Bandar Udara Syamsudin Noor Banjarmasin:

LEA = C x LHR Akhir x E	
Jenis Kendaraan	LEP
Kendaraan Ringan	0,15098
Bus (8 ton)	8,74585
Trus 2 as (13 ton)	58,45942
Truk 3 as (20 ton)	142,4015
TOTAL	209,7577

7. Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

Untuk menghitung lalu lintas ekuivalen tengah (LET) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$LET = \frac{(LEP + LEA)}{2}$$

$$LET = \frac{(31,17915 + 209,7577)}{2}$$

$$LET = 120,4684$$

8. Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

$$LER = \frac{UR}{10}$$

$$LER = \frac{20}{10}$$

$$LER = 2$$

$$LER = LET \times FP$$

$$LER = 120,4684 \times 2$$

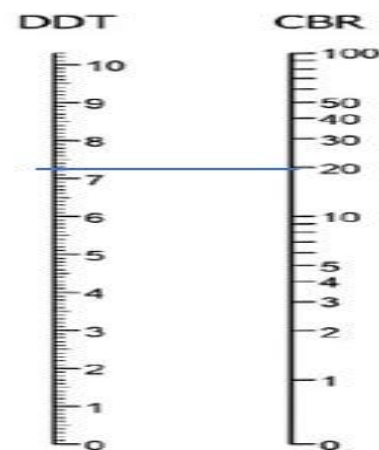
$$= 240,936$$

9. Daya Dukung Tanah

$$DDT = 4,3 \log (CBR) + 1,7$$

$$DDT = 4,3 \log (19,68) + 1,7$$

$$DDT = 7,3$$



Gambar 2 Hasil Daya Dukung Tanah dan CBR

Sumber: Analisa Komponen, 1993

10. Faktor Regional

Faktor regional ditentukan dari data curah hujan tahunan yang mencerminkan kondisi iklim, geografis, kelandaian, dan persentase kendaraan berat di jalan inspeksi Bandara Syamsudin Noor. Data ini penting untuk mendukung perencanaan yang sesuai, berdasarkan curah hujan Kota Banjarmasin selama 10 tahun dari BMKG Kalsel

11. Menentukan Ipt (4.1)

Jalan inspeksi dengan lebar 4,5 meter dikategorikan sebagai jalan lokal, dengan nilai LER sebesar 240,936. Maka, indeks permukaan akhir umur

perkerasan (Ipt) ditetapkan antara 1,5–2,0.

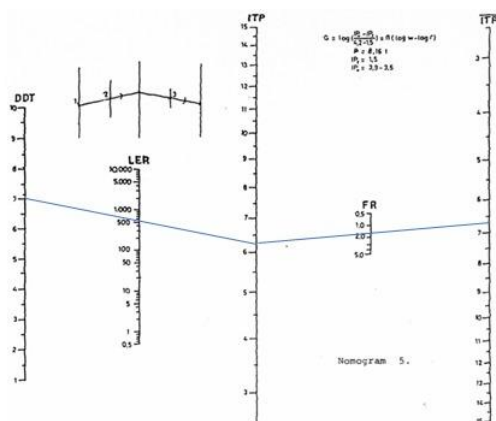
12. Menentukan Indeks Permukaan Awal (Ipo)

Indeks permukaan awal (Ipo) ditentukan berdasarkan jenis lapisan perkerasan. Jalan inspeksi di Bandara Syamsudin Noor direncanakan menggunakan LASTON dengan tingkat kekasaran >1000, sehingga Ipo berada pada kisaran 3,9–3,5.

13. Menentukan Nomogram

Nomogram ditentukan berdasarkan Indeks Permukaan awal dan akhir umur rencana, dengan mempertimbangkan CBR, Lalu Lintas Ekuivalen Rencana (LER), dan Faktor Regional (FR). Ketiga parameter ini digunakan untuk menentukan posisi pada nomogram secara akurat.

- Ipt = 1,5 – 2,0
- Ipo = 3,9 – 3,5
- CBR = 19, 68 %
- DDT = 7,3
- FR = 2,0 – 2,5
- LER = 240,936



Gambar 3 Menentukan Monogram
Sumber: Analisa Komponen, 1993

14. Susunan Lapis Perkerasan

Susunan perkerasan di dapat dari koefisien relatif berdasarkan data perhitungan yang didapat susunan perkerasan sebagai berikut ini:

a. Lapisan permukaan (surface course) $a_1 = 0,40$ dengan permukaan

Laston (Lapis Aspal Beton) dengan kekuatan (MS 744).

b. Lapisan pondasi atas (base course) $a_2 = 0,13$ dengan permukaan batu pecah kelas B dengan nilai CBR = 80%

c. Lapisan pondasi bawah (sub base course) $a_3 = 0,13$ dengan permukaan sirtus kelas A dengan nilai CBR = 70%

15. Menentukan Tebal Perkerasan

Berdasarkan batas minimum lapisan dan nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP) sebesar 6,3, diperoleh ketebalan minimum untuk lapisan permukaan (D1) sebesar 5 cm dan lapisan dasar (D2) sebesar 20 cm. Selanjutnya, ketebalan lapisan subbase (D3) ditentukan dengan menghitung sisa kebutuhan total tebal perkerasan sesuai dengan metode Analisa Komponen. $ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$
 $6,3 = (0,40 \times 5) + (0,13 \times 20) + (0,13 \times D_3)$
 $D_3 = 13,1 \text{ cm}$

3. Analisis Program KENPAVE

Dalam program KENPAVE, input data meliputi karakteristik perkerasan dan material penyusunnya, seperti modulus elastisitas, rasio Poisson, beban dan tekanan roda kendaraan, serta ketebalan masing-masing lapisan perkerasan. Sebelum menjalankan Kenlayer, data tersebut harus terlebih dahulu dimasukkan melalui program Layerinp.

1. Analisis Data Masukan

Setelah diperoleh tebal perkerasan jalan inspeksi sisi selatan Bandar Udara Syamsudin Noor, data dimasukkan ke program KENPAVE untuk menganalisis tegangan dan regangan pada tiap lapisan akibat beban kendaraan. Hasilnya menunjukkan respons struktur perkerasan terhadap lalu lintas. Input KENPAVE

a. Menentukan detail beban sumbu dan roda

Dalam program KENPAVE, menu Load digunakan untuk menginput

detail beban sumbu dan roda, meliputi dimensi sumbu, tekanan ban, dan jarak antar roda. Data ini didasarkan pada spesifikasi kendaraan terbesar yang melintasi jalan inspeksi di Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin, dengan rincian sebagai berikut:

- I. Beban kendaraan yaitu 15.000 kg
 - II. Tekanan roda satu ban adalah 700 KPa
 - III. Radius bidang kontak ban adalah 110 mm atau setara dengan 11 cm
 - IV. Jarak antar sumbu roda ganda diatur sebesar 33 cm
- b. Menentukan parameter tiap lapis perkerasan
- Perkerasan lentur dirancang dengan bahan viskoelastik karena mampu menahan beban lalu lintas, beradaptasi terhadap suhu, dan memperpanjang umur layanan. Sementara itu, lapisan pondasi dan tanah dasar diasumsikan sebagai material linier elastik, yang memengaruhi nilai modulus elastisitas dan rasio Poisson.

Tabel 6 Data Modulus Elastisitas dan Poisson's Ratio

Laston	E	1100000 KPa
	Poisson Ratio	0,40
Batu pecah kelas b	E	150000 KPa
	Poisson Ratio	0,40
Sirtu kelas a	E	104000 KPa
	Poisson Ratio	0,35
	E	60000 KPa

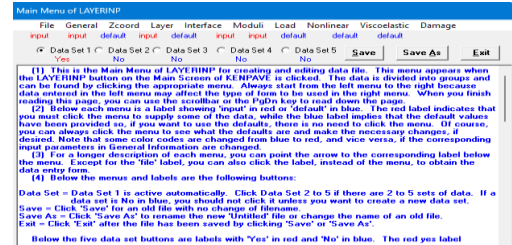
Tanah dasar	Poisson Ratio	0,45
-------------	---------------	------

Sumber: Olahan Penulis, 2025

2. Input KENPAVE

a. Layerinp

Untuk memulai input data, klik pada bagian menu *Layerinp*



Gambar 4 Menu Layerinp Pada Program KENPAVE

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

b. General

Berikut merupakan data pada menu general

Tabel 7 Data input pada menu General

Title	Trial	Keterangan
MATL	3	Menunjukkan bahwa lapisan perkerasan bersifat viskoelastis
NDAMA	0	Tidak dilakukan analisis kerusakan pada awalnya
NPY	1	Disesuaikan dengan standar bawaan KENPAVE.
NLG	1	Disesuaikan dengan standar bawaan KENPAVE.
DEL	1	Standar akurasi
NL	4	Jumlah total lapisan perkerasan yang dianalisis adalah 4
NZ	4	Jumlah titik analisis kerusakan yang

		digunakan sebanyak empat titik.
ICL	80	Nilai yang mengikuti parameter default dari KENPAVE.
NSDT	9	Mewakili parameter tegangan, dan regangan.
NBOND	1	Lapisan satu sama lain saling terikat
NLBT	0	-
NLTC	0	-
NUNIT	1	Menggunakan satuan SI (Standar Internasional)

Sumber: Olahan Penulis, 2025

Berikut ini merupakan tampilan pada menu *Layerinp* dan data – data masukannya

Gambar 5 Data masukan pada menu General
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

c. Zcoord

Pada menu zcoord data yang akan diinput yaitu data kedalaman yang akan dianalisis kerusakannya

Tabel 8 Data masukan pada menu Zcoord

No	Kedalaman	Keterangan
1.	0	Lapis permukaan (Laston MS 744 kg)
2.	5	Lapis pondasi atas (Batu pecah kelas B

3.	25	Lapis pondasi bawah (Sirtu kelas A)
4.	38,1	Tanah Dasar

Sumber: Olahan Penulis, 2025

Berikut ini merupakan tampilan pada menu Zcoord dan data – data masukannya

Gambar 6 Data masukan pada menu Zcoord
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

d. Layer

Berikut ini merupakan tampilan pada menu *Poisson's Ratio* dan data – data masukannya

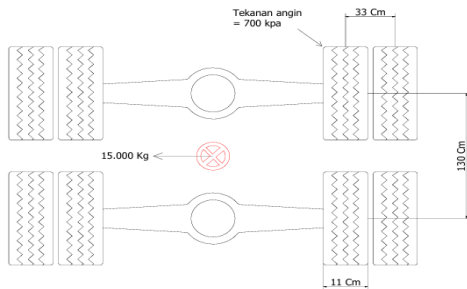
Gambar 7 Data masukan pada menu Poisson's Rasio
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

e. Moduli

Gambar 8 data masukan pada menu moduli
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

f. Load

Gambar dibawah ini menyajikan tampilan lebih detail dari data masukan yang diisi pada menu *load*



Gambar 9 Beban sumpu pada kendaraan terbesar
Sumber: Olahan Penulis, 2025

g. Viscoelastic

1. General

Berikut ini data masukan dari menu general

Gambar 10 Data masukan pada menu general
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

2. Time

Berikut ini data masukan dari menu Time dan data masukannya

Gambar 11 Data masukan pada menu Time
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

3. Layer

Nilai beta = 0,113
(Huang, 2004)

Temperature = 25°C

Berikut ini menu tampilan pada menu Layer dan data masukannya

Gambar 12 Data Masukan pada menu layer

Sumber: Dokumentasi Penulis, 1015

4. Creep Compliances

NTYME pada menu *Viscoelastic General Information*

merepresentasikan nilai *creep compliance* material viskoelastis .

Berikut ini nilai creep compliances:

Tabel 9 Data masukan pada menu creep compliances

<i>Time</i>	<i>Creep</i>
0.001	3×10^{-10}
0.003	9×10^{-10}
0.01	3×10^{-9}
0.03	9×10^{-9}
0.1	2.9×10^{-8}
0.3	8.02×10^{-8}
1	2.05×10^{-7}
3	3.33×10^{-7}
10	3.63×10^{-7}
30	3.63×10^{-7}
100	3.63×10^{-7}

Sumber: Huang, 2025

Berikut merupakan data masukan pada menu creep compliances of layer

Gambar 13 Data masukan pada menu creep compliances of layer
Sumber: Dokumentasi penulis, 2025

5. Temperature

Nilai temperatur pada menu temperature disesuaikan dengan temperatur di menu layer yaitu 25

Gambar 14 Data masukan pada menu temperature
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

3. Hasil Nilai *Horizontal Strain* dan *Vertical Strain*

Dalam analisis menggunakan Kenlayer, output yang dihasilkan berupa nilai *horizontal* dan *vertical strain*. Parameter ini menunjukkan respons struktur perkerasan terhadap beban, di mana *vertical strain* umumnya muncul di atas lapisan tanah dasar (*subgrade*), sedangkan *horizontal strain* terjadi di bagian bawah lapisan perkerasan aspal.

Tabel 10 Data maksimal vertikal strain dan horizontal strain

POI N	KOORDIN AT	VERTIC AL STRAIN	HORIZON TAL STRAIN
1	0	0.000	8816.784

2	5	-	2.818E-05
		4.569E-05	
		43.523	-5568.669
		3.437E-05	-4.231E-05
		25	30.847
		2,280E-04	-1.240E-04
	38.1	25.313	-6.265
		2.863E-04	-1.554E-04
	0	700.00	13129.340
		-	5.026E-05
	5	6.858E-05	
		68.642	-
		7.643E-05	-6.429E-05
		14008.810	
3	25	39.750	-7.591
		3.073E-04	-1.505E-04
		30.479	-8.790
		3.585E-04	-1.842E-04
	38.1	30.479	-8.790
		3.585E-04	-1.842E-04
	0	0.000	13600.420
		-	4.716E-05
	5	7.109E-05	

	5	67.736	-
		10704.370	
	25	6.255E-05	-6.446E-05
		42.594	-8.300
	38.1	3.320E-04	-1.573E-04
		32.392	-9.617
		3.854E-04	-1.970E-04

Sumber: Program KENPAVE, 2025

Dari data analisis diatas, dapat dicari pada titik yang akan ditinjau nilai vertical strain dan Horizontal strain untuk mendapatkan nilai maksimalnya. Berikut ini data masukannya :

Tabel 11 Data maksimal vertikal strain dan horizontal strain

Beban	Vertical Strain (25) cm	Horizontal Strain (5) cm
	0,000228	0,0000423
	0,000307	0,0000642
	0,000332	0,0000644
max	0,000332	0,0000644

Sumber: Program KENPAVE, 2025

4. Analisis nilai Nf dan Nd terhadap Nr

a. Perhitungan nilai Nf dan Nd

$$\begin{aligned}
 N_f &= 0,0796 \times (\epsilon t)^{-3,291} \times (4) \\
 &\quad (E)^{-0,854} \\
 &= 0,0796 \times 0,0000644^{-3,291} \times 150000^{-0,854} \\
 &= 187.710.144,10 \text{ ESAL}
 \end{aligned}$$

Berikut adalah nilai batas beban repetisi yang diperbolehkan untuk mengendalikan terjadinya retak alur

$$\begin{aligned}
 N_d &= 1,365 \times 10^{-9} \times \epsilon c^{-4,477} \\
 &= 1,365 \times 10^{-9} \times 0,000332^{-4,477} \\
 &= 5.128.538,73 \text{ ESAL}
 \end{aligned}$$

b. Evaluasi nilai repetisi beban rencana (Nr)

Nilai Nf dan Nd yang telah diperoleh selanjutnya dibandingkan dengan repetisi beban rencana (Nr) untuk evaluasi.

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{(1+i)^{Ur} - 1}{i} \\
 N &= \frac{(1+0,1)^{20} - 1}{0,1} \\
 N &= 57,27
 \end{aligned}$$

• Kendaraan ringan

$$\begin{aligned}
 CESA &= \sum LHR \times E \times DA \times DL \times 365 \times N \\
 &= 377 \times 0,0004 \times 1 \times 1 \times 365 \times 57,27 \\
 &= 3.152,25
 \end{aligned}$$

• Bus

$$\begin{aligned}
 CESA &= \sum LHR \times E \times DA \times DL \times 365 \times N \\
 &= 54,9 \times 0,1593 \times 1 \times 1 \times 365 \times 57,27 \\
 &= 182.813,46 \text{ ESAL}
 \end{aligned}$$

• Truk 2 As

$$\begin{aligned}
 CESA &= \sum LHR \times E \times DA \times DL \times 365 \times N \\
 &= 54,9 \times 1,0648 \times 1 \times 1 \times 365 \times 57,27 \\
 &= 1.221.969,69 \text{ ESAL}
 \end{aligned}$$

• Truk 3 As

$$\begin{aligned}
 CESA &= \sum LHR \times E \times DA \times DL \times 365 \times N \\
 &= 137,3 \times 1,0375 \times 1 \times 1 \times 365 \times 57,27
 \end{aligned}$$

$$= 2.977.648,57 \text{ ESAL}$$

$$\begin{aligned} \text{CESA TOTAL} &= \text{Kendaraan Ringan} + \text{Bus} + \text{Truk 2 As} + \\ &\quad \text{Truk 3 As} \\ &= 3.152,25 + 182.813 + 1.221.969,69 \\ &\quad + 2.977.648,57 \\ &= 4.385.619 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

- c. Kontrol Prediksi Umur Pelayanan jalan dengan metode KENPAVE
- Berdasarkan hasil simulasi menggunakan Kenlayer, kerusakan *fatigue cracking* pada perkerasan jalan inspeksi sisi selatan Bandara Syamsudin Noor terjadi setelah dilalui beban kumulatif sebesar 187.710.144,10 ESAL, sedangkan kerusakan *rutting* muncul pada beban 5.128.538,73 ESAL. Karena *rutting* memiliki ketahanan terendah terhadap beban berulang, jenis kerusakan ini digunakan sebagai acuan dalam memprediksi umur layanan jalan. Umur rencana perkerasan kemudian ditentukan berdasarkan nilai CESA dari analisis *rutting*, dengan mengacu pada data Analisa Komponen tahun 1993.

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \Sigma(LHR \times E \times DA \times DL \times 365 \times \frac{(1+i)^{ur} - 1}{i}) \\ 5.128.583,73 &= 377,4 \times 0,004 \times 1 \times 1 \times 365 \times \frac{(1+0,1)^{ur} - 1}{0,1} \\ &\quad + 54,9 \times 0,1593 \times 1 \times 1 \times 365 \times \frac{(1+0,1)^{ur} - 1}{0,1} + \\ &\quad 54,9 \times 1,0648 \times 1 \times 1 \times 365 \times \frac{(1+0,1)^{ur} - 1}{0,1} + \\ &\quad 137,3 \times 1,0375 \times 1 \times 1 \times 365 \times \frac{(1+0,1)^{ur} - 1}{0,1} + \\ &= 21 \text{ tahun} \end{aligned}$$

PENUTUP

Kesimpulan

Dari rangkaian pembahasan pada Proyek Akhir dengan judul "Analisis Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Analisa Komponen di Area South Check Road Menggunakan Aplikasi KENPAVE pada Bandar Udara Syamsudin Noor Banjarmasin",

dapat dirumuskan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perencanaan struktur perkerasan jalan inspeksi di bandar udara syamsudin noor menggunakan metode Analisa komponen telah sesuai dengan ketentuan SKEP 347 tahun 1999 . Adapun hasil perencanaan mencakup hal – hal berikut :
 - a. Jenis bahan yang digunakan yaitu
 - Lapis Permukaan : Laston MS dengan berat 744 Kg/m³
 - Lapis Pondasi Atas : Batu Pecah Kelas B dengan nilai CBR 80%
 - Lapis Pondasi Bawah : Sirtu Kelas A dengan nilai CBR 70%
 - b. Tebal setiap lapisan yang diperoleh adalah sebagai berikut
 - Lapis Permukaan : 5 cm
 - Lapis Pondasi Atas : 20 cm
 - Lapis Pondasi Bawah : 13, 1 cm
2. Setelah diperoleh nilai tegangan dan regangan . Nilai regangan vertikal maksimum (vertical strain), yang berkaitan dengan potensi kerusakan akibat retak alur (*rutting*), terjadi pada bagian atas lapisan subgrade pada kedalaman 25 cm dengan besaran 0,000332 kPa. Sementara itu, tegangan horizontal maksimum (horizontal strain), yang berhubungan dengan risiko kerusakan akibat retak leleh (*fatigue cracking*), terjadi di bawah lapisan aspal pada kedalaman 5 cm dengan nilai sebesar 0,0000644 kPa, selanjutnya dilakukan analisis terhadap potensi kerusakan berupa retak leleh (*fatigue cracking*) dan retak alur (*rutting*). Melalui analisis menggunakan program KENPAVE yang didukung oleh sub-program KENLAYER, diperoleh nilai repetisi beban retak leleh (Nf) sebesar 187.710.144,10 ESAL dan repetisi beban retak alur (Nd) sebesar 5.128.583,73 ESAL. Kedua nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan repetisi beban rencana (Nr) sebesar 4.385.619,98 ESAL. Dari hasil perbandingan dapat disimpulkan

bahwa perkerasan yang dirancang mampu mengakomodasi beban lalu lintas sesuai dengan kebutuhan. Dengan demikian, ketebalan perkerasan yang dihasilkan melalui metode analisa komponen dapat dikatakan efektif dan aman terhadap beban rencana yang bekerja selama masa layanan yang telah ditentukan.

3. Setiap struktur perkerasan memiliki umur layanan tertentu yang mencerminkan Kekuatan perkerasan dalam menghadapi beban kendaraan sesuai jangka waktu perencanaan. Pada penelitian ini, prediksi umur rencana perkerasan diperoleh berdasarkan nilai repetisi beban terendah yang dihasilkan dari analisis menggunakan program KENPAVE. Nilai repetisi beban akibat kerusakan rutting (Nd) sebesar 5.128.583,73 ESAL menghasilkan estimasi umur layanan perkerasan sebesar 21 tahun. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai tersebut melebihi angka umur rencana yang ditargetkan dalam metode Analisa Komponen Tahun 1987 yaitu 20 tahun. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa struktur perkerasan hasil perencanaan terbukti efektif dan mampu mengakomodasikan beban lalu lintas sepanjang periode layanan yang telah ditetapkan.

Saran

Sebagai tindak lanjut dari kesimpulan di atas, berikut saran-saran yang dapat diajukan:

1. Pengelola Bandar Udara Syamsudin Noor Banjarmasin dapat melakukan perhitungan ulang dengan menggunakan metode lainnya, sehingga dapat dibandingkan dengan menggunakan aplikasi KENPAVE untuk mengetahui fungsi dari KENPAVE untuk perencanaan jalan

di Bandar Udara Syamsudin Noor Banjarmasin.

2. Demi meningkatkan keamanan dan juga keselamatan penerbangan agar pihak pengelola bandar udara dapat segera merealisasikan pekerjaan pembangunan jalan inspeksi di sisi selatan. Berdasarkan kondisi tersebut maka pelaksanaan inspeksi dapat dilakukan dengan lancar tanpa mengganggu aktivitas penerbangan
3. Untuk pengembangan peneliti selanjutnya dengan menggunakan program KENPAVE dapat dievaluasi ataupun direncanakan pada jalan disekitar bandara selain area yang dilewati pesawat

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Apriyanto D. and Harini R., “Kegiatan Pertambangan Batubara Terhadap Kondisi Sosial- Ekonomi Masyarakat Di Kelurahan Loa Ipuh Darat, Tenggara, Kutai Kartanegara.,” *Jurnal Bumi Indonesia*, 2013.
- [2] Berlianty T. and Meiliana T., “Potensi Deforestasi di Pulau Kalimantan: Pro dan Kontra Migrasi.,” *International Journal of Demos*, 2023.
- [3] Rahmawati, A. (2021). *Desain dan Analisis Perkerasan Jalan Lentur dengan Pogram Kenpave* (T. Wahyono (ed.))
- [4] G. Sumarda, I. Gusti Ngurah Eka Pertama, and I. Gede Bagus Bagia Bujana, “PERBANDINGAN TEBAL PERKERASAN DAN BIAYA KONSTRUKSI OVERLAY MENGGUNAKAN METODE ANALISA KOMPONEN DAN METODE SDPJL,” 2020.
- [5] Y. Tantri, L. Pramesti, R. Purwayudhaningsari, and W. Suryono, “CONSTRUCTION PLANNING OF INSPECTION ROAD USING FLEXIBLE PAVEMENT STRUCTURE AT KOMODO AIRPORT LABUAN BAJO EAST NUSA TENGGARA.”
- [6] Widiastuti A. P., “Analisis Perbandingan Desain Struktur Perkerasan Lentur

- Menggunakan Metode Empiris Dan Metode Mekanistik Empiris Pada Ruas Jalan Legundi-Kanigoro-Planjan.,” *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia*, 2011.
- [7] Aji Z. A. and Susilo B., “Evaluasi Tebal Perkerasan Jalan Menggunakan Program Software Kenpave.,” *Jurnal Rekayasa Lingkungan Terbangun Berkelanjutan*, 2023.