

PERBANDINGAN TEBAL PERKERASAN DAN BIAYA KONSTRUKSI OVERLAY MENGGUNAKAN METODE ANALISA KOMPONEN DAN METODE SDPJL

Gede Sumarda¹⁾, I Gusti Ngurah Eka Partama²⁾, I Gede Bagus Bagia Bujana³⁾,
gdumarda@gmail.com, 2) epartama@gmail.com, 3) Bagusbagia10@gmail.com
Prodi Teknik Sipil Universitas Ngurah Rai

ABSTRAK

Konstruksi lapis perkerasan jalan yang sudah mendekati batas akhir umur rencana harus direncanakan untuk meningkatkan kemampuan daya dukung dalam melayani volume lalu lintas. Dua metode perhitungan lapis perkerasan tambahan (overlay) yang lazim digunakan yaitu Metode Analisa Komponen SKBI-2.3.26.1987 UDC:625.73-02 (Metode Analisa Komponen) dan Metode Software Desain Perkerasan Jalan Lentur (Metode SDPJL). Penelitian ini bertujuan untuk menghitung serta membandingkan struktur overlay dan biaya konstruksi berdasarkan Metode Analisa Komponen dan Metode SDPJL. Penelitian dilakukan pada Ruas Jalan Batas Kediri-Tanah Lot dengan pengambilan data sesuai kebutuhan untuk masing-masing metode tersebut. Hasil perhitungan struktur overlay untuk umur rencana 10 tahun dengan Metode Analisa Komponen didapat tebal overlay sebesar 17,50cm terdiri dari lapisan AC-WC tebal 4,00cm dan lapisan AC-BC tebal 13,50cm dan dengan Metode SDPJL didapat tebal overlay yang dibutuhkan 18,50cm terdiri dari lapisan AC-WC tebal 4,00cm, AC-BC tebal 6,00cm dan AC-Base tebal 8,50cm. Hasil analisa biaya kedua metode tersebut menunjukkan biaya konstruksi berdasarkan Metode Analisa Komponen lebih murah 20,73% dibandingkan dengan Metode SDPJL.

Kata kunci: Tebal perkerasan, Analisa Komponen, SDPJL.

ABSTRACT

The construction of the pavement layer that is approaching the final design life limit must be planned to increase the carrying capacity in serving the volume of traffic. Two methods of calculating additional pavement layers (overlay) that are commonly used are the Component Analysis Method SKBI-2.3.26.1987 UDC:625.73-02 (Component Analysis Method) and the Flexible Road Pavement Design Software Method (SDPJL Method). This study aims to calculate and compare the overlay structure and construction costs based on the Component Analysis Method and SDPJL Method. This research was conducted on the Kediri-Tanah Lot Boundary Road section with data collection according to the needs for each of these methods. The results of the calculation of the overlay structure for the 10 year plan age using the Component Analysis Method obtained an overlay thickness of 17.50cm consisting of a 4.00cm thick AC-WC layer and a 13.50cm thick AC-BC layer and with the SDPJL method the required overlay thickness was obtained 18.50cm consists of layers of AC-WC with a thickness of 4.00cm, AC-BC with a thickness of 6.00cm and AC-Base with a thickness of 8.50cm. The results of the cost analysis of the two methods show that construction costs based on the Component Analysis Method are 20.73% cheaper than the SDPJL Method.

Keywords: pavement thickness, component analysis, SDPJL.

1. PENDAHULUAN

Persyaratan dasar suatu jalan pada hakikatnya adalah dapat menyediakan lapisan permukaan yang selalu rata, konstruksi yang kuat, sehingga dapat menjamin keamanan dan kenyamanan yang tinggi untuk masa pelayanan (umur jalan) yang cukup lama, yang memerlukan pemeliharaan kecil-kecilnya dalam berbagai keadaan. Konstruksi yang lazim pada saat sekarang ini adalah konstruksi perkerasan yang terdiri dari beberapa lapis bahan, dari beberapa bahan yang berbeda, dimana bahan yang paling kuat biasanya diletakkan di lapisan yang paling atas. Ruas Jalan Batas Kediri-Tanah Lot merupakan jalan utama menuju objek pariwisata Pura Tanah Lot dari Jalan Bypass Ir. Soekarno-

Tabanan. Secara visual permukaan perkerasan tampak mengalami kerusakan berupa retak permukaan, berlubang, bergelombang dan mengalami penurunan (CV. Mitra Tri Sakti). Untuk meningkatkan pelayanan ruas jalan ini perlu dilaksanakan peningkatan struktur perkerasan sehingga memberi rasa aman dan nyaman bagi pengguna ruas jalan tersebut. Dua metode yang lazim digunakan dalam perhitungan tebal perkerasan yaitu Metode Analisa Komponen SKBI-2.3.26.1987 UDC:625.73-02 (Metode Analisa Komponen) dan Metode *Software* Desain Perkerasan Jalan Lentur (Metode SDPJL). Dalam perencanaan tebal perkerasan tambahan (*overlay*), data masukan (*input*) untuk menentukan daya dukung tanah dasar dan lapis perkerasan eksisting kedua metode ini berbeda, Metode Analisa Komponen memerlukan Data CBR dan Metode SDPJL memerlukan data *Benkelmen Beam* (BB). Data masukan yang berbeda berdampak pada hasil keluaran (*output*) yang berbeda dan karenanya perlu dilakukan kajian dengan membandingkan *output* dari kedua metode tersebut. Sebagai objek kajian akan ditinjau perbandingan hasil desain tebal perkerasan serta biaya konstruksi menggunakan kedua tersebut pada Ruas Jalan Batas Kediri-Tanah Lot sepanjang 4,060km.

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah yang perlu dicari solusinya yaitu :

1. Berapakah tebal *overlay* pada Ruas Jalan Batas Kediri-Tanah Lot dengan Metode Analisa Komponen dan Metode SDPJL?
2. Bagaimanakah perbandingan biaya Metode Analisa Komponen dan Metode SDPJL?

1.2 Batasan Masalah

Berdasarkan tujuan dari penelitian ini, serta untuk memperjelas dan mempertegas analisis, maka permasalahan yang dibahas akan dibatasi yaitu :

1. Data jumlah kendaraan bermotor yang digunakan hasil pencatatan Tahun 2014-2019 yang termuat pada Buku Provinsi Bali dalam Angka Tahun 2015-2020
2. Data curah hujan yang digunakan data Tahun 2016-2018 yang termuat pada Buku Kecamatan Kediri dalam Angka Tahun 2017-2019
3. Data LHR hasil pencatatan Tahun 2019.
4. Perhitungan biaya menggunakan analisa harga satuan standar Bina Marga Provinsi Bali.

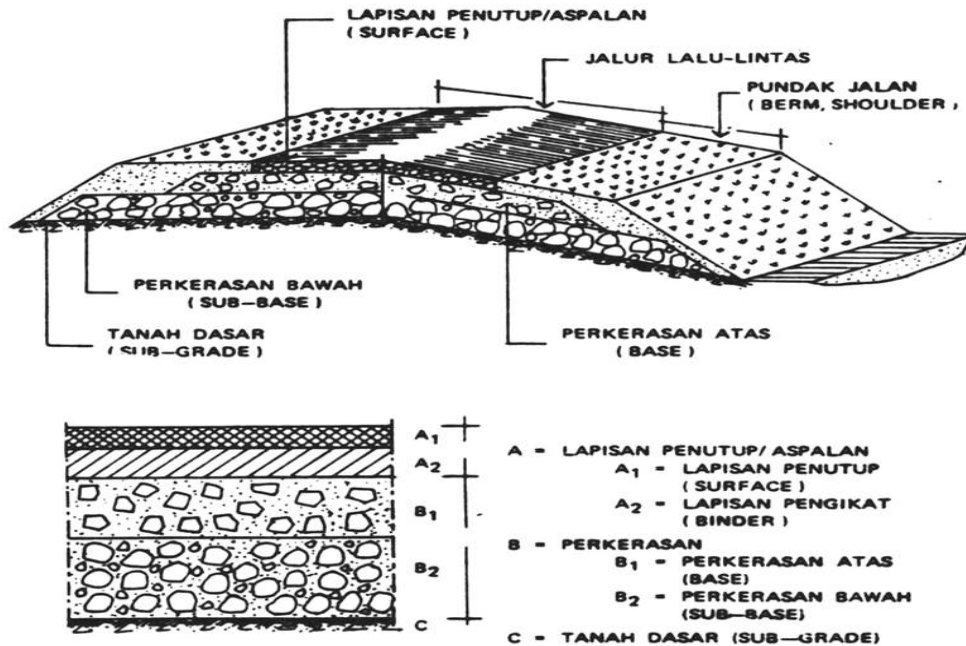
2. TINJAUAN PUSTAKA

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan atau air, serta di atas permukaan air (Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006). Terdapat 3 jenis atau tipe perkerasan

jalan yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*), perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan gabungan antara perkerasan kaku dan lentur (*composite pavement*) (Sukirman, 1999).

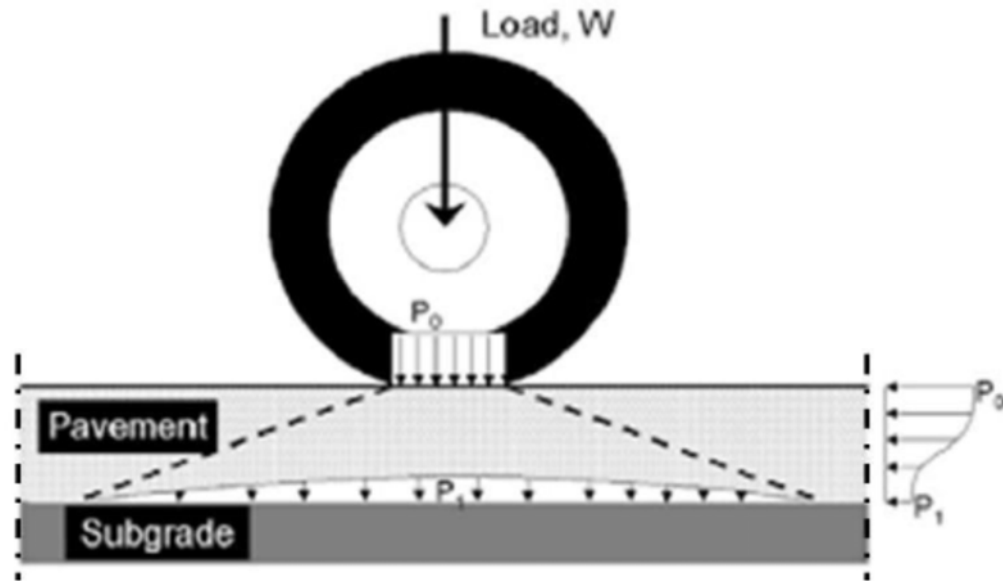
2.1 Konstruksi Perkerasan Lentur Jalan

Konstruksi perkerasan jalan adalah suatu konstruksi plat elastic yang berlapis-lapis (konstruksi sandwich atau konstruksi kue lapis) yang terletak pada suatu landasan elastis pula.



Gambar 1. Bentuk konstruksi perkerasan
Sumber : Sukirman (1999)

Perkerasan lentur adalah salah satu teknologi perkerasan jalan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Perkerasan jalan terdiri dari beberapa lapisan yang dihamparkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban kendaraan dan menyebarkannya ke lapisan yang ada di bawahnya. Beban kendaraan ini dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui roda yang berupa beban terbagi rata P_o . Beban tersebut akan diterima oleh lapisan permukaan dan akan disebarkan ke tanah dasar menjadi P_1 yang lebih kecil dari daya dukung tanah dasar seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Penyebaran beban roda melalui lapisan perkerasan jalan
Sumber: Sukirman (1999)

2.2 Metode Analisa Komponen

Berikut adalah Parameter perencanaan tebal perkerasan lentur dengan Metode Analisa Komponen yaitu :

1. Lalulintas

Data lalulintas yang dicari yaitu: Koefisien distribusi kendaraan (C), Angka ekivalensi (E), Beban sumbu kendaraan dan Lalulintas Harian Rata-rata (LHR).

2. Daya Dukung Tanah Dasar

Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) ditentukan dengan grafik korelasi antara nilai CBR dengan DDT atau dengan persamaan $DDT = 4,3 \log CBR + 1,7$

3. Faktor Regional

Faktor Regional (FR) hanya dipengaruhi oleh bentuk alinemen (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan berat dan data curah hujan.

4. Indeks Permukaan

Nilai Indeks Permukaan (IP) ditentukan sesuai kriteria sebagaiberikut:

IP = 1,0 : permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalulintas kendaraan.

IP = 1,5 : tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

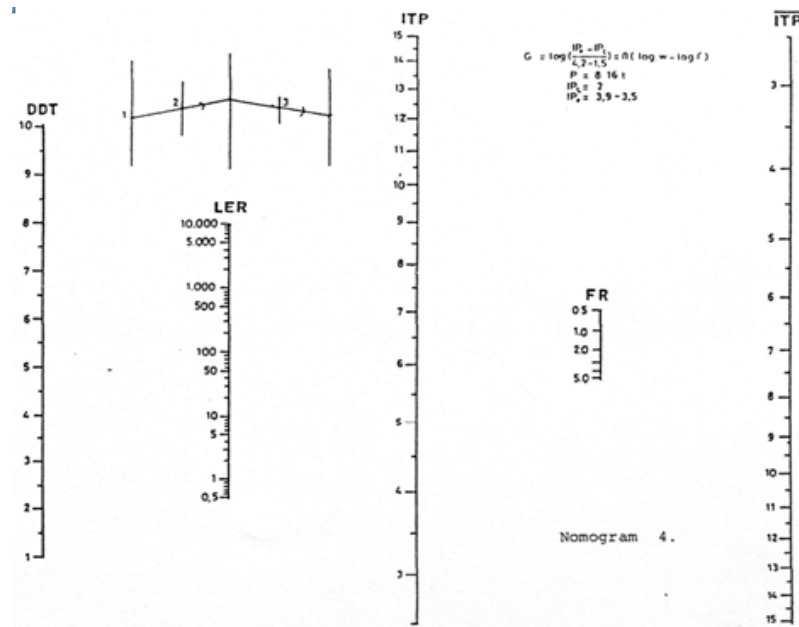
IP = 2,0 : tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap

IP = 2,5 : permukaan jalan yang masih cukup stabil dan baik.

Dalam menentukan IP pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER).

5. Indeks Tebal Perkerasan

Indeks Tebal Perkerasan (ITP) menggunakan nomogram sesuai nilai IP dan IPo (dalam nomogram nilai IP ditunjukkan dengan IPT) sesuai Gambar 3.



Gambar 2. Nomogram Untuk $IPT = 2,0$ Dan $IPO 3,9-3,5$

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum (1987)

6. Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien Kekuatan Relatif (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai *Marshall Test* (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi bawah). Jika alat *Marshall Test* tidak tersedia, maka kekuatan (stabilitas) bahan beraspal bisa diukur dengan cara lain seperti *Hveem Test*, *Hubbard Field* dan *Smith Triaxial*.

7. Analisa Komponen Perkerasan

Perhitungan perencanaan ini didasarkan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan jangka panjang, dimana penentuan tebal perkerasan dinyatakan oleh \overline{ITP} (Indeks Tebal Perkerasan), dengan rumus sebagai berikut :

$$\overline{ITP} = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$$

a_1, a_2, a_3 = koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan (daftar VII)

D_1, D_2, D_3 = tebal masing-masing lapis perkerasan (cm).

Angka 1, 2 dan 3 : masing-masing untuk lapis permukaan lapis pondasi dan lapis pondasi bawah.

2.3 Metode Software Desain Perkerasan Jalan Lentur (SDPJL)

Software Desain Perkerasan Jalan Lentur (SDPJL) adalah alat bantu perencana untuk melakukan desain perkerasan jalan lentur, dengan merujuk Pedoman Interim Desain Perkerasan Jalan Lentur No 002/P/BM/2011. Software Perkerasan Jalan Lentur (SDPJL) menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan merupakan pengembangan dari Road Design System (RDS).

LENGKAPI DATA		DATA PROSES SORTING	
		DARI	KE
NO. LINK	:	NO RUAS	: 0.000 0.000
NO. PAKET	:	NO RUAS	:
PROVINSI	:	NO RUAS	:
NAMA PAKET	:	TITIK PENGUKURAN	
DATUM	:	Km AWAL	: 0.000
NAMA PROYEK	:	Km AKHIR	: 0.000
PERKERASAN EXISTING	:	INTERVAL	: 200 m
FUNGSI JALAN	: JALAN KOLEKTOR	K = faktor koreksi lendutan berdasarkan subruas/seksi jalan	
Soil Cement (Yes=1,No=0)	: 0	K untuk jalan Arteri = 2.00	
DATA GEOMETRIK		K untuk jalan kolektor = 1.64	
DATAR (%)	:	K untuk jalan lokal = 1.28	
BUKIT (%)	:	K = 1.64 Jalan Kolektor	
GUNUNG (%)	:	Koreksi Musim = 1.2	
CUACA	: Kemarau atau musim air tanah rendah	TPRT = 35	
BEBAN GANDAR	:	Survey BB	
DATA SURVEYER		Beban Gandar dilapangan = 0.0 ton	
KANTOR SURVEYOR	:	Skala Dial = 0.010	
PIMPINAN SURVEY	:	Koefesien ukuran alat BB = 2	
DATA PERENCANA (DESIGNER)		Temperatur udara = 30	
PERENCANA	:	Jenis Perkerasan rencana = 0	
KANTOR	:		
TANGGAL DATA	:		

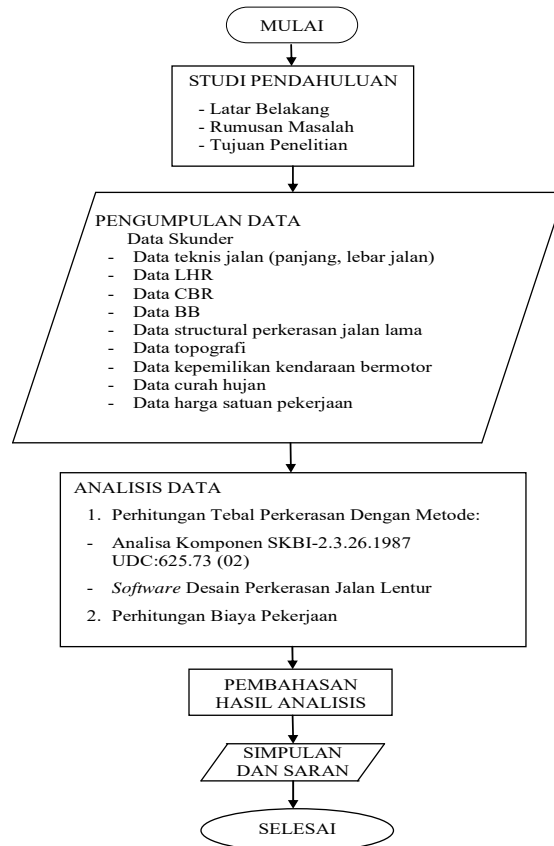
Gambar 4. Visual awal program SDPJL

Sumber: Manual pengoperasian SDPJL 1.0 Revisi 1

Beberapa prinsip utama dari software ini antara lain:

1. Penyeragaman dalam metode pengambilan data lapangan dan metode perencanaan untuk seluruh Indonesia, sehingga memudahkan dan mempercepat pemantauan.
2. Koordinasi pekerjaan lebih mudah sehingga seluruh pekerjaan diharapkan dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan dan dikerjakan sesuai dengan metode yang ditetapkan.
3. Seluruh kegiatan perencanaan dalam satu file perencanaan dan dapat di link dengan perangkat lunak Analisa Harga Satuan.
4. Mempermudah perencana dalam mengerjakan beberapa perencanaan konstruksi perkerasan jalan.

3. METODE PENELITIAN



Gambar 5. Diagram alir penelitian

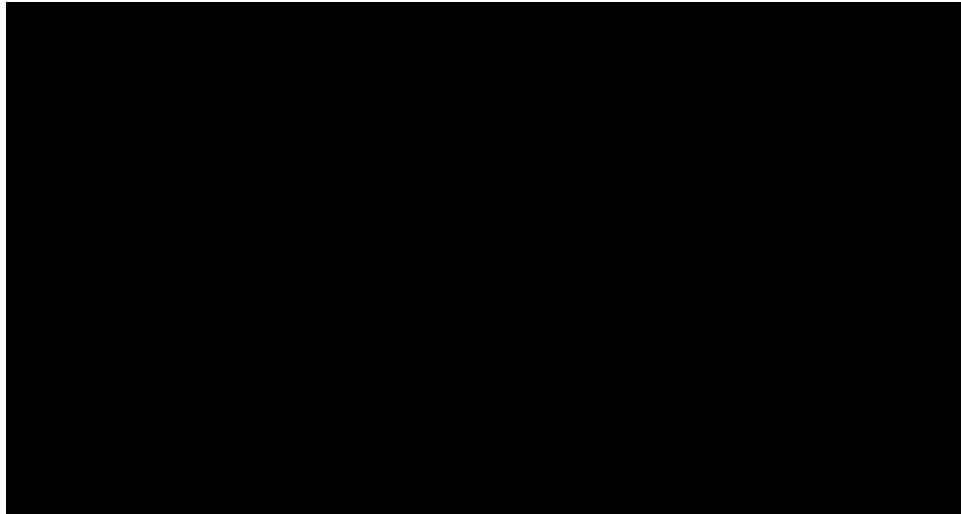
Penelitian ini disusun dalam tiga tahap utama, tahap pertama perencanaan tebal perkerasan jalan lentur menggunakan Metode Analisa Komponen dan Metode SDPJL, tahap kedua menghitung biaya konstruksi hasil desain tebal perkerasan Menggunakan Metode Analisa Komponen dan Metode SDPJ dan tahap ketiga membandingkan stuktur tebal perkerasan dan biaya konstruksi diantara kedua metode tersebut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Metode Analisa Komponen

Hasil pengumpulan dan analisis data lapangan yang dicari untuk menentukan parameter yang dibutuhkan pada Metode Analisa Komponen yaitu Daya Dukung Tanah (DDT), kondisi perkerasan jalan lama (*Existing pavement*), umur rencana (UR), koefisien distribusi kendaraan (C), faktor pertumbuhan lalu lintas (i%) dan faktor regional (FR) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter perencanaan tebal perkerasan untuk Metode Analisa Komponen



Sumber: Hasil analisis 2020

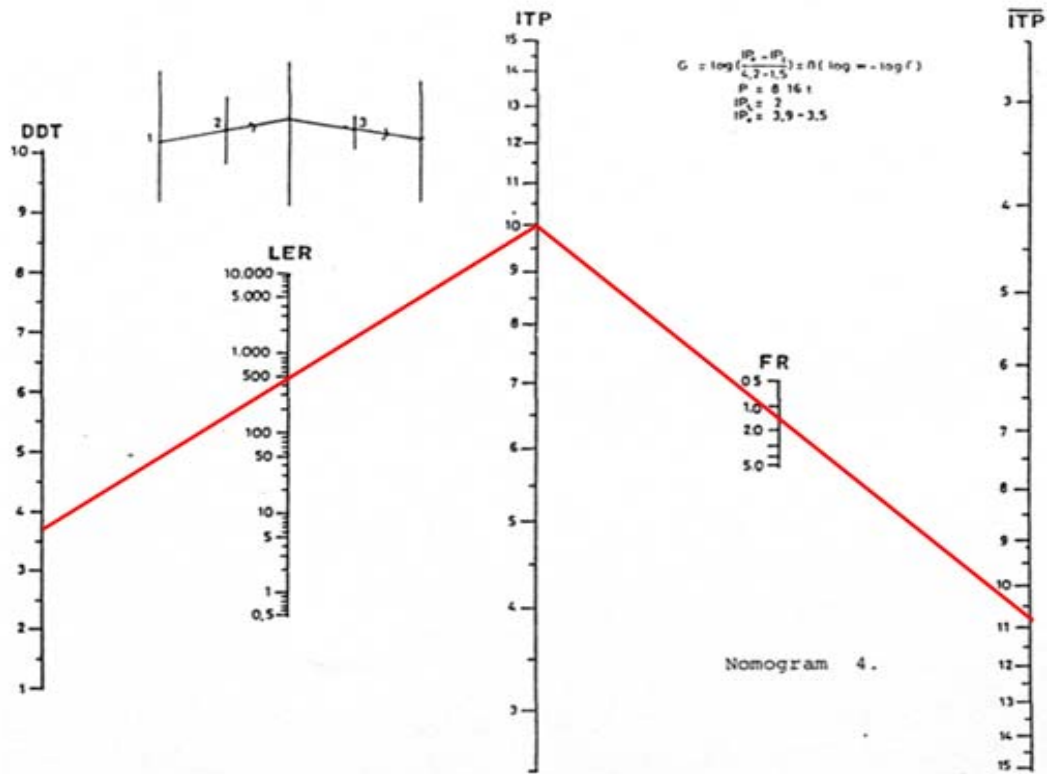
Tebal perkerasan yang ditetapkan berdasarkan Indeks Tebal Perkerasan Rencana (\overline{ITP}) menggunakan nomogram pada Gambar 2 dengan parameter lalulintas ekuivalen rencana (LER) dan faktor regional (FR). FR sudah disajikan pada Tabel 1 dan LER ditentukan sesuai Tabel 2

Tabel 1. Perhitungan LER untuk umur rencana 10 tahun

Parameter	LHR			E	LEP	LEA
	(Th. 2019)	Awal UR (Th. 2020)	Akhir UR (Th. 2030)			
Kendaraan ringan 2 ton	7.298	8.218	26.949	0,0004	2	5
Bus 8 ton	175	188	386	0,1593	15	31
Truk 2 as 13 ton	529	569	1.177	1,0648	303	626
Jumlah					320	662
$LET = (LEP+LEA)/2$					491	
$LER = LET \times UR/10$					491	

Sumber: Hasil analisis

Indeks Tebal Perkerasan \overline{ITP} didapat dengan memplot nilai DDT= 3,57, LER= 491 dan FR= 1,5 pada nomogram sesuai Gambar 6 didapat $\overline{ITP} = 10,8$

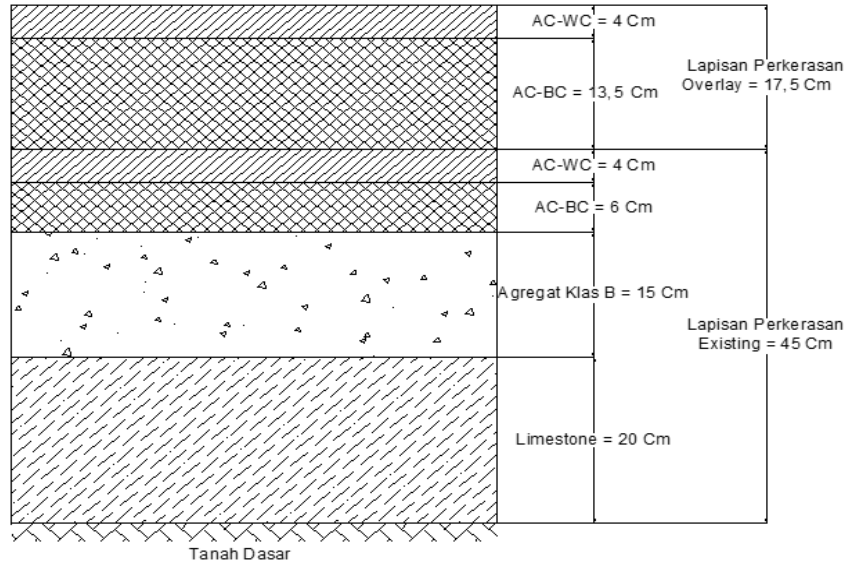


Gambar 6. Nomogram Untuk $IP_t = 2,0$ Dan $IP_o 3,9-3,5$

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum (1987)

Data kondisi perkerasan eksisting pada lokasi penelitian didapat sebagai berikut : AC-WC : kondisi 70%, tebal sisa 4cm= $70\% \times 4 \times 0,35=0,98$; AC-BC : kondisi 90%, tebal sisa 6cm = $90\% \times 5 \times 0,26=1,40$; Agregat B : kondisi 90%, tebal sisa 15cm = $90\% \times 15 \times 0,13=1,76$; Limestone, kondisi 90%, tebal sisa 20cm = $90\% \times 20 \times 0,10= 1,80$, sehingga $ITP_{ada}=0,98+1,40+1,76+1,80 = 5,94$.

Indek tebal perkerasan *overlay* (ITP_o) ditentukan mencari sekisih Nilai \overline{ITP} dengan Indeks ITP_{ada} atau $ITP_o = \overline{ITP} - ITP_{ada} = 10,80 - 5,94 = 4,86$. Jika *overlay* yang direncanakan menggunakan lapis AC-WC (D1) dan AC-BC (D2), maka masing-masing ketebalan lapis *overlay* ditentukan dengan formulasi $ITP_o = (0,35 \times D1) + (0,26 \times D2)$. Untuk Ketebalan AC-WC ditetapkan 4,00cm, sehingga ketebalan AC-BC (D2) = $[5,94 - (0,35 \times 4,00)] / 0,26 = 13,31$ cm dan ditetapkan 13,50cm. Secara visual lapis perkerasan hasil Desain dengan Meode Analisa Komponen dapat dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Jenis dan tebal lapis perkerasan sesuai Metode Analisa Komponen
Sumber: Hasil analisis (2020)

4.2 Metode SDPJL

Dalam Metode SDPJL tebal perkerasan ditentukan oleh program (*software*) setelah semua data parameter masukan (*data entry*) diterima oleh *software*. Visual *software* setelah dijalankan (*Running*) dapat dilihat seperti Gambar 8.

LENGKAPI DATA		DATA PROSES SORTING	
DATA UMUM		DARI KE	
NO. LINK		NO RUAS :	38.000 0.000 4.060
NO. PAKET		NO RUAS :	
PROVINSI	BALI	NO RUAS :	
NAMA PAKET	Bts. Kediri-Tanah Lot	TITIK PENGUKURAN	
DATUM		Km AWAL :	0.000
NAMA PROYEK	Penelitian	Km AKHIR :	4.060
PERKERASAN EXISTING	AC WC	INTERVAL :	200 m
FUNGSI JALAN	JALAN KOLEKTOR	K = faktor koreksi lendutan	
Soil Cement (Yes=1, No=0)	0	K untuk jalan Arteri = 2.00	
DATA GEOMETRIK		K untuk jalan kolektor = 1.64	
DATAR (%)	100	K untuk jalan lokal = 1.28	
BUKIT (%)		K = 1.64 Jalan Kolektor	
GUNUNG (%)		Koreksi Musim = 1.2	
CUACA	Konvensional atau modifikasi tanah rendah	TPRT = 28.5	
BEBAN GANDAR	8.16	Survey BB	
DATA SURVEYER		Beban Gandar dilapangan = 8.2 ton	
KANTOR SURVEYOR		Skala Dial = 0.010	
PIMPINAN SURVEY		Koefesien ukuran alat BB = 2	
DATA PERENCANA (DESIGNER)		Jenis Perkerasan rencana AC WC	
PERENCANA			
KANTOR			
TANGGAL DATA			

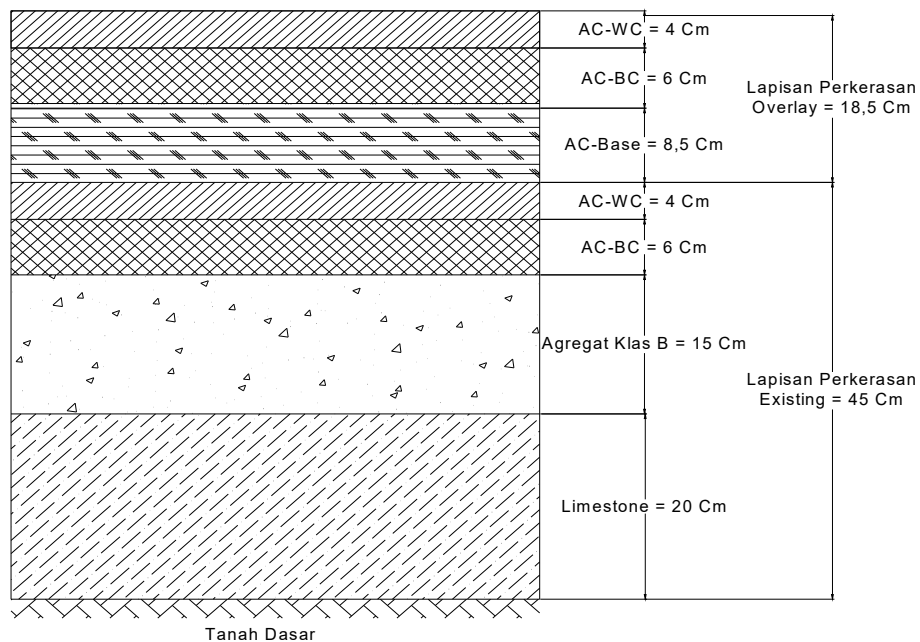
Gambar 8. Tampilan isian data pada Software Metode SDPJL
Sumber: Software SDPJL versi 1.0

No. Kontrak : 0 Rangkaian Stasiun diukur dari

No. Ruas	Rangkaian Stasiun ke Stasiun		Jarak Stasiun ke Stasiun (km)	Lebar Perkerasan (m)				Jenis dan Ketebalan Lapis Perkerasan					
				Jalan		Bahu Jalan		Aspal			Gravel or SC		Urugan
				Lebar Rata² yang ada	Lebar Disain	Lebar Rata² yang ada		Permukaan	Sub Permukaan 1	Sub Permukaan 2	Pondasi	Pondasi Bawah	
						Kiri	Kanan						
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)				
38.0000	0+000	4+060	4.06	5.50	5.50	0.00	0.00	4.0 AC WC	6.0 AC BC	8.5 AC Base			

Gambar 9. Visual output desain tebal perkerasan Metode SDPJL
 Sumber : Software SDPJL versi 1.0

Dari hasil perhitungan menggunakan software SDPJL versi 1.0 diatas didapat overlay pada Jalan Batas Kediri-Tanah Lot dengan Metode SDPJL dengan ketebalan 18,50 cm, menggunakan perkerasan AC-WC tebal 4,00cm, AC-BC tebal 6,00cm dan AC-Base tebal 8,50cm dan secara visual dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Jenis dan tebal lapis perkerasan metode SDPJL
 Sumber: Hasil analisis (2020)

4.3 Biaya Konstruksi Metode Analisa Komponen dan Metode SDPJL

Asumsi yang dipakai dalam menghitung biaya konstruksi sesuai harga satuan upah bahan dan peralatan untuk pelaksanaan Tahun Anggaran 2020. Biaya yang diperlukan untuk pekerjaan lapis

perkerasan tambahan (overlay) sudah termasuk biaya Pajak Pertambahan Nilai (PPN) 10% pada Ruas Jalan Batas Kediri-Tanah Lot sepanjang 4,060km berdasarkan Metode Analisa Komponen sebesar Rp. 14.387.996.000,00 (Empat belas milyar tiga ratus delapan puluh tujuh juta sembilan ratus Sembilan puluh enam ribu rupiah) dan berdasarkan Metode SDPJL sebesar Rp. 18.173.057.000,00 (Delapan belas milyar seratus tujuh puluh tiga juta lima puluh tujuh ribu rupiah). Hasil perhitungan menunjukkan biaya konstruksi dengan Metode Analisa Komponen lebih murah 20,73% dibandingkan dengan Metode SDPJL.

5. KESIMPULAN

Hasil analisis dan pembahasan sesuai data yang didapat maka disimpulkan:

1. Desain perkerasan untuk umur rencana 10 tahun dengan Metode Analisa Komponen didapat tebal overlay sebesar 17,50cm, dengan jenis perkerasan AC–WC tebal 4,00cm, AC–BC tebal 13,50cm, sedangkan dengan Metode SDPJL didapat tebal overlay 18,50cm, dengan jenis perkerasan AC–WC tebal 4,00cm, AC–BC tebal 6,00cm, AC–Base 8,50cm.
2. Perhitungan biaya konstruksi untuk kedua metode, menunjukkan biaya konstruksi dengan Metode Analisa Komponen lebih murah 20,73% dibandingkan dengan Metode SDPJL.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Anonimous, 2017-2019, *Kecamatan Kediri Dalam Angka Tahun 2017-2019*, Badan Pusat Stasistik Kecamatan Kediri, Tabanan.
2. Anonimous, 2015-2020, *Provinsi Bali Dalam Angka Tahun 2015-2020*, Badan Pusat Stasistik Provinsi Bali, Denpasar
3. Anonimous, 2011, *Pedoman Interim Perkerasan Jalan Lentur, No. 002/P/BM/2011*, Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta
4. Anonimous, 2006, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006*, Tentang Jalan, <https://pelayanan.jakarta.go.id/download/regulasi/peraturan-pemerintah-nomor-34-tahun-2006-tentang-jalan.pdf>
5. CV. Mitra Tri Sakti, 2019, *Laporan Akhir Perencanaan Teknik Jalan Provinsi Sepanjang 55,58km*, Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Bali, Denpasar