

**STUDI PERENCANAAN STRUKTUR PERKERASAN LENTUR DAN
ESTIMASI BIAYA PEMBANGUNAN RUAS JALAN SP. SEDUKU-
KAWALELO-LIKUTUDENG-LAMIKA (STA 5+850 – STA 8+100)
KECAMATAN DEMON PAGONG KABUPATEN FLORES TIMUR - NTT**

Hildegardis Martha T. Asas¹, Nusa Sebayang², dan Eding Ishak Imananto³

^{1,2,3} *Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang*
email:1621026.hildegardis@gmail.com

ABSTRACT

The Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika road section, Demon Pagong Subdistrict, East Flores Regency with a length of 2,250 km is a local road based on its function, based on its status it is a regency road while based on its class it is a class III road. The existing condition of the road is bad, which is triggered by natural factors such as high rainfall and is not passable, thus affecting the distance and long travel time which results in traffic jams. Therefore, it is necessary to plan for increasing the thickness of the flexible pavement and planning the cost budget for land transportation routes so that motorist access is comfortable. The data used is secondary data, including: 2018 Subgrade CBR data, Average Daily Traffic data (2015-2018) and East Flores Regency Work Unit Prices, and 2021 Work Unit Prices. The method used on pavement road flexural is the 2017 Design Manual Method and the calculation of the Budget Plan refers to the 2018 Basic Unit Price Analysis. Flexible pavement planning uses HRS with a design life of 5 years, the thickness of the flexible pavement is obtained, namely HRS WC with a thickness of 0.03 m, HRS Base with a thickness of 0.035 m, Upper Basement Layer (LPA) 0.25 m thick and Lower Basement Layer (LPB) 0.125 m thick with an estimated Budget Plan for the construction of 2,250 m long flexible pavement of IDR 4,662,212,650.00 including 15% profit and overhead and 10% VAT and the cost per meter is IDR 2,072,094.51.

Keywords: flexible pavement planning, 2017 Design Manual Method, budget plan

ABSTRAK

Ruas jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika Kecamatan Demon Pagong Kabupaten Flores Timur dengan panjang 2,250 km adalah jalan lokal berdasarkan fungsinya, berdasarkan statusnya adalah jalan kabupaten sedangkan berdasarkan kelasnya merupakan jalan kelas III. Kondisi eksisting jalan yang buruk yang dipicu oleh faktor alam seperti curah hujan yang tinggi dan tidak layak dilalui, sehingga memengaruhi jarak dan waktu tempuh yang panjang yang mengakibatkan terhambatnya arus lalu lintas. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan peningkatan tebal perkerasan lentur dan rencana anggaran biaya untuk jalur transportasi darat agar akses pengendara nyaman. Data-data yang digunakan adalah data sekunder antara lain: data CBR Tanah Dasar Tahun 2018, data Lalu Lintas Harian Rata-rata (2015-2018) dan Harga Satuan Pekerjaan Kabupaten Flores Timur, dan Harga Satuan Pekerjaan Tahun 2021. Metode yang digunakan pada perkerasan lentur jalan raya adalah Metode Manual Desain 2017 dan perhitungan Rencana Anggaran Biaya mengacu pada Analisa Harga Satuan Dasar Tahun 2018. Perencanaan perkerasan lentur menggunakan HRS dengan umur rencana 5 tahun, didapatkan tebal perkerasan lentur yaitu HRS WC setebal 0,03 m, HRS Base setebal 0,035 m, Lapis Pondasi Atas (LPA) setebal 0,25 m dan Lapis Pondasi Bawah (LPB) setebal 0,125 m, dengan besar perkiraan Rencana Anggaran Biaya pembangunan perkerasan lentur sepanjang 2.250 m sebesar Rp 4.662.212.650,00 termasuk keuntungan dan overhead 15% serta PPN 10% dan biaya per meter sebesar Rp 2.072.094,51.

Kata kunci: perencanaan perkerasan lentur, Metode Manual Desain 2017, rencana anggaran biaya

1. PENDAHULUAN

Dalam memenuhi kebutuhan masyarakat Flores Timur, Pemerintah Kabupaten Flores Timur bermaksud membangun beberapa ruas jalan, salah satunya adalah ruas jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika. Lokasi ruas jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika secara keseluruhan merupakan kawasan hutan dan hanya pada kedua sisi awal dan akhir rencana jalan merupakan daerah pemukiman penduduk. Berdasarkan fungsinya ruas jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika merupakan jalan lokal, berdasarkan statusnya adalah jalan kabupaten, sedangkan berdasarkan kelasnya adalah jalan kelas III. Kondisi permukaan jalan masih berupa jalan tanah.

Oleh karena itu diperlukan perencanaan perkerasan lentur pada ruas jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika, dengan metode pekerjaan yang tepat, mengingat bahwa setiap kondisi geografis tertentu biasanya memakai tebal perkerasan yang berbeda. Penerapan perkerasan lentur pada ruas jalan ini diharapkan dapat berpengaruh pada kenyamanan pengguna jalan, efisiensi jarak dan waktu tempuh terutama untuk kelancaran kegiatan arus mobilisasi orang, barang, dan jasa.

Berdasarkan identifikasi masalah, dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana perencanaan dan penentuan tebal lapisan perkerasan lentur ruas jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika?
2. Berapa perkiraan biaya pembangunan perkerasan lentur pada ruas jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika?

Dengan demikian tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk menghitung tebal perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan parameter yang digunakan melalui perhitungan dengan Metode Bina Marga 2017.
2. Untuk mengetahui perkiraan biaya pembangunan perkerasan lentur pada ruas jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika.

2. DASAR TEORI

Perkerasan Jalan

Perkerasan merupakan struktur lapisan yang terletak di atas tanah dasar, yang bersifat konstruktif sehingga memiliki nilai struktural dan fungsional. Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi: 1) Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya; 2) Konstruksi perkerasan kaku

(*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikatnya; dan 3) Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur (Sukirman, 1999).

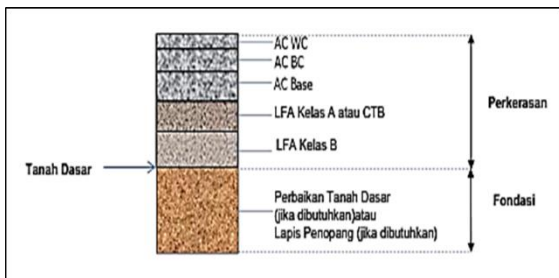
Kriteria konstruksi perkerasan lentur yang baik yaitu ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban muatan ke tanah, kekakuan untuk memikul beban tanpa menimbulkan deformasi yang berarti. Beban lalu lintas yang bekerja di atas konstruksi perkerasan meliputi muatan kendaraan berupa gaya vertikal, gaya rem kendaraan berupa gaya horisontal, dan pukulan roda kendaraan berupa getaran-getaran.

Jenis dan Fungsi Lapisan Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan terdiri dari atas lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan yang ada di bawahnya, sehingga beban yang diterima oleh tanah dasar lebih kecil dari beban yang diterima oleh lapisan permukaan dan lebih kecil dari daya dukung tanah dasar. Konstruksi perkerasan terdiri dari:

1. Tanah Dasar (*Sub Grade*), adalah lapisan tanah paling bawah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya. Tanah dasar (*sub grade*) dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik atau urugan yang didatangkan dari tempat lain atau tanah yang distabilisasi (dengan semen, kapur dan lain-lain).
2. Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*), adalah lapisan perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar dinamakan lapis pondasi bawah (*sub base course*). Perkerasan bawah yang umum dipergunakan di Indonesia ialah: 1) batu belah dengan balast pasir (sistem Telford) dan 2) dengan sirtu atau tanah sirtu (*pin-run gravel*). Material yang digunakan untuk lapisan pondasi bawah umumnya harus nilai CBR minimum 20% dan Indeks Plastisitas ($PI \leq 10\%$). Biasanya di Indonesia lapisan ini memakai lapisan pasir dan batu (sirtu) kelas A, B atau C atau tanah/lempung kepasiran. Selain itu dapat pula digunakan stabilitas agregat atau tanah dengan semen atau kapur.
3. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*), adalah lapisan perkerasan yang terletak di antara lapis pondasi bawah dan lapisan permukaan (*surface course*). Persyaratan Material *Base Course* (Lapisan Pondasi Atas): a) Mutu bahan harus

- sebaik mungkin dimana tidak mengandung kotoran lumpur, bersisi tajam dan kaku, b) Susunan gradasi harus merupakan susunan yang rapat, artinya butiran batuan harus mempunyai susunan gradasi yang saling mengisi antara butiran agregat kasar, agregat sedang dan agregat halus sehingga rongga semakin kecil, dan c) Material yang digunakan untuk lapisan pondasi haruslah awet dan kuat dan mempunyai nilai $CBR \geq 50\%$ dan indeks plastisitas $(PI) \leq 4\%$.
4. Lapisan Permukaan (*Surface Course*), adalah lapisan yang terletak paling atas disebut lapis permukaan dan berfungsi sebagai: a) Lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama pelayanan, b) Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan di bawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut, c) Lapis aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus, dan d) Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek. Untuk dapat memenuhi fungsi-fungsi tersebut pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama.



(Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan MDPJ Tahun 2017)
Gambar 1. Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur

Karakteristik Lapisan

Beberapa karakteristik lapisan untuk perkerasan jalan adalah sebagai berikut:

1. Stabilitas, yaitu kemampuan lapisan untuk menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun *blending*.
2. Durabilitas, yaitu kemampuan lapisan untuk menahan keausan akibat cuaca, air dan perubahan suhu ataupun gesekan kendaraan.
3. Fleksibilitas, yaitu kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa terjadi retakan dan perubahan volume.
4. Kekasaran/Tahanan Geser/*Skid Resistance*, yaitu kekasaran yang diberikan oleh perkerasan

sehingga kendaraan tidak selip baik waktu hujan/basah maupun kering. Kekasaran dinyatakan dengan koefisien gesek antara ban dan permukaan jalan.

5. Ketahanan Lelah/*Fatigue Resistance*, yaitu ketahanan lapisan terhadap beban berulang tanpa terjadi kelelahan yang berupa alur/ruting dan retak.
6. Kemudahan Pelaksanaan pada saat dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan.

Perkerasan Lentur Bina Marga 2017

Metode Bina Marga merupakan metode yang paling sering digunakan di Indonesia karena sesuai dengan kondisi lingkungannya. Untuk melakukan perhitungan perkerasan lentur Metode Bina Marga 2017 maka perlu ditentukan besaran-besaran sebagai berikut:

1. Umur Rencana (UR).
Umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural (sampai diperlukan *overlay* lapisan perkerasan).
2. Lalu Lintas.
Perhitungan lalu lintas terdiri atas perhitungan-perhitungan: a) Analisis Volume Lalu Lintas, b) Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas, c) Lalu Lintas pada Jalur Rencana, d) Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*), e) Beban Sumbu Standar Kumulatif, f) Perkiraan Lalu Lintas untuk Jalan Lalu Lintas Rendah, dan g) *Traffic Multiplier (TM)*
3. Pemilihan Struktur Perkerasan.
Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi berdasarkan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan. Perencana harus mempertimbangkan biaya terendah selama umur rencana, keterbatasan dan kepraktisan pelaksanaan. Pemilihan alternatif desain berdasarkan manual ini harus didasarkan pada *discounted lifecycle cost* terendah.
4. Desain Pondasi Jalan.
Terdiri atas: a) Pengukuran Daya Dukung Tanah dengan DCP (*Dynamic Cone Penetration Test*), b) Penentuan Segmen Tanah Dasar yang Seragam, c) Desain Pondasi Perkerasan Lentur, dan d) Desain Perkerasan Lentur.

Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya adalah suatu rencana biaya konstruksi dalam bentuk dan penggunaannya, serta besar kecil suatu biaya yang diperlukan dan susunan pelaksanaan yang dirangkum dalam bidang administrasi maupun kerja dalam bidang teknik. Rencana anggaran biaya ini berpedoman pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan

Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/ 2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum. Hal-hal yang diperlukan penyusunan rencana anggaran biaya (RAB) adalah: 1) Gambar rencana pekerjaan, 2) Daftar harga rencana upah, 3) Daftar harga bahan, 4) Daftar harga peralatan, 5) Analisa (*unit price*), 6) Daftar kuantitas tiap pekerjaan, dan 7) Daftar susunan rencana biaya.

Biaya merupakan salah satu faktor penting yang sangat memengaruhi pelaksanaan suatu proyek. Biaya penyelenggaraan proyek konstruksi dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Biaya Langsung (*Direct Cost*). Adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek. Komponen terpenting dalam biaya langsung yaitu: a) Biaya pengadaan bahan dan material, b) Biaya tenaga kerja, dan c) Biaya peralatan (*equipment*).
2. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*). Adalah pengeluaran untuk manajemen, supervisi dan pembayaran material serta jasa untuk pengadaan bagian proyek atau produk permanen, tetapi diperlukan dalam rangka proses pembangunan proyek. Biaya tidak langsung meliputi: a) *Overhead*, meliputi *overhead* lapangan dan *overhead* kantor, dan b) Biaya tak terduga (*contingency*), yaitu biaya untuk kejadian-kejadian yang mungkin bisa jadi atau tidak.

3. METODOLOGI

Metode Pengambilan Data

Data-data yang digunakan dalam perencanaan ini adalah data sekunder yang diperoleh dari CV. Mentari Consultant, antara lain:

1. Data Volume Lalu Lintas.
2. Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR).
3. Data Tanah. Data tanah untuk mendapatkan CBR tanah yang digunakan untuk menentukan tebal perkerasan didapat dari hasil tes DCP.
4. Data Gambar Jalan.
5. Data Daftar Harga Satuan Bahan, Upah dan Peralatan.

Metode Analisa Studi

Langkah-langkah analisa studi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data-data yang diperlukan dalam perencanaan perkerasan lentur yaitu Data LHR, Data Pertumbuhan Lalu Lintas, Data CBR, dan lain lain.
2. Penetapan Kriteria Jalan; mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 19/PRT/M/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan.
3. Pengolahan Data Perkerasan.

4. Menetapkan Umur Rencana.
5. Perhitungan faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R).
6. Menentukan faktor Distribusi Lajur (DL).
7. Menghitung beban standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle* (CESA₄).
8. Menentukan nilai *Traffic Multiplier* (TM).
9. Menghitung CESA₅.
10. Menentukan pondasi jalan minimum.
11. Menentukan tipe perkerasan dari tabel atau dari pertimbangan biaya (*analisis discounted whole of life cost*).
12. Menentukan struktur perkerasan yang memenuhi syarat.
13. Menggambar tebal lapisan perkerasan lentur hasil desain.
14. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.

4. PEMBAHASAN

Analisa dan Perhitungan

Gambaran Umum Lokasi Studi

Ruas jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika (STA 5+850 – STA 8+100) dengan panjang jalan 2,250 km. Ruas jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika merupakan jalan kabupaten dengan tipe 1 jalur 2 arah. Lebar rencana badan jalan 3,5 meter. Keadaan topografi ruas jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika ini berada di kawasan hutan dengan kondisi permukaan masih berupa jalan tanah dan berbatu. Untuk mendorong perkembangan serta tingkat kenyamanan pengguna jalan ini perlu dilakukan perhitungan tebal perkerasan lentur jalan.



Gambar 2. Lokasi Perencanaan



Gambar 3. Situasi Kondisi Eksisting Ruas Jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika

Data Teknis

Data teknis pada perencanaan tebal perkerasan jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika adalah sebagai berikut:

1.	Status jalan	: Kabupaten
2.	Fungsi jalan	: Lokal
3.	Kelas jalan	: III
4.	Panjang jalan	: 2,250 km (Sta 5+850 – Sta 8+100)
5.	Kecepatan rencana	: 40 – 80 km/jam (Sedang)
6.	Tipe jalan	: 1 jalur, 2 arah
7.	Lebar perkerasan rencana	: 3,5 meter
8.	Umur rencana jalan	: 5 tahun
9.	Awal rencana tahun	: 2019
10.	Akhir rencana tahun	: 2023

Analisa Nilai Parameter Perkerasan

Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R)

Pertumbuhan lalu lintas dilihat dari perbandingan nilai pertumbuhan lalu lintas rata-rata jumlah kendaraan per tahun maka perhitungan nilai rata-rata pertumbuhan jumlah kendaraan per tahun dihitung total jumlah kendaraan menurut LHR jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika empat tahun ke belakang yaitu 2015, 2016, 2017, dan 2018.

Tabel 1. Jumlah Kendaraan Ruas Jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika Tahun 2015-2018

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan Per Hari			
	2015	2016	2017	2018
Sepeda Motor	697	724	832	860
Mobil Penumpang/Pick Up	195	201	209	215
Jumlah	892	925	1.041	1.075

Tabel 2. Pertumbuhan Rata-rata Lalu Lintas Ruas Jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika

Jenis Kendaraan	Tahun			Pertumbuhan Rata-rata
	2015 - 2016	2016 - 2017	2017 - 2018	
Sepeda Motor	3,729	12,981	3,256	6,655
Mobil Penumpang /Pick Up	2,985	3,828	2,791	3,201

Tabel 3. Faktor Pertumbuhan Rata-rata Lalu Lintas Umur Rencana 5 Tahun Ruas Jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika

Jenis Kendaraan	Persentase Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R)
Sepeda Motor	6,655	5,711
Mobil Penumpang/ Pick Up	3,201	5,331

Umur Rencana dan Kapasitas Jalan

Umur rencana perkerasan lentur digunakan elemen perkerasan lapis aspal dan lapisan berbutir yaitu 20 tahun. Pada penentuan umur rencana harus memperhitungkan kapasitas jalan. Menurut PKJI 2014 kapasitas jalan didefinisikan sebagai jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintasi suatu penampang pada suatu lajur atau jalan selama 1 (satu) jam, dalam keadaan jalan dan lalu lintas yang

mendekati ideal dapat dicapai. Berikut cara penentuan kapasitas pada kondisi lapangan:

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{PA} \times FC_{HS}$$

Keterangan:

C = Kapasitas (skr/jam)

C₀ = Kapasitas dasar (skr/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian terkait lebar lajur atau jalur lalu lintas

FC_{PA} = Faktor penyesuaian arah

FC_{HS} = Faktor penyesuaian gesekan samping

Menentukan kapasitas jalan dengan 2 lajur 2 arah terbagi, lebar jalan 3,5 m meter.

C₀ = 2900 skr/jam/lajur

FC_w = 0,69 (Lebar per lajur 3,50 meter)

FC_{PA} = 1,00 (Diasumsikan karena FC_{PA} hanya pada jalan tak terbagi)

FC_{HS} = 0,88 (Hambatan samping dengan lebar ≤ 0,5 meter, kondisi tipikal medium)

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{PA} \times FC_{HS} = 2900 \times 0,69 \times 1,00 \times 0,88 = 1761 \text{ skr/jam}$$

Umur rencana harus sesuai dengan kapasitas jalan yang telah diperhitungkan. Untuk mengetahui umur rencana yang akan digunakan yaitu dengan membandingkan perhitungan Lalu Lintas Harian dalam Satuan Mobil Penumpang pada akhir tahun umur rencana (5 tahun, 10 tahun, dan 20 tahun) dengan kapasitas jalan yang telah diperhitungkan.

Tabel 4. Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahun 2015-2018 (Dua Arah)

Jenis Kendaraan	Rata-rata Jumlah Kendaraan Per Hari			
	2015	2016	2017	2018
Sepeda Motor	697	724	832	860
Mobil Penumpang/ Pick Up	195	201	209	215
Jumlah	892	925	1.041	1.075

Menurut PKJI 2014 untuk mengubah satuan skr/hari ke skr/jam dikalikan dengan faktor k sebesar 0,08. Perhitungan Satuan Kendaraan Ringan pada LHR harian tahun 2018 adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Perhitungan Satuan Mobil Penumpang pada Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahun 2018

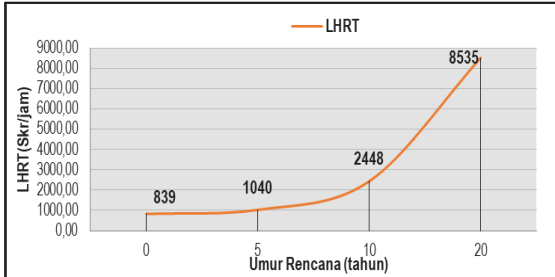
Jenis Kendaraan	LHRT ₂₀₁₈	EKR	LHRT ₂₀₁₈ x EKR (skr/hari)
Sepeda Motor	860	0,50	430
Mobil Penumpang/ Pick Up	215	1,90	409
Jumlah			839

Perhitungan LHRT pada umur rencana yang direncanakan:

Tabel 6. Perhitungan LHRT pada Umur Rencana 5 Tahun, 10 Tahun dan 20 Tahun

Jenis Kendaraan	LHRTi x EKR (skr/hari)	Umur Rencana					
		5 Tahun		10 Tahun		20 Tahun	
		R	LHRT	R	LHRT	R	LHRT
Sepeda Motor	430	5,71	537	13,6	1354	39,5	5913
Mobil Penumpang/ Pick Up	409	5,33	503	11,6	1094	27,4	2622
Jumlah	839		1.040		2.448		8.535

Untuk mengetahui hubungan LHRT dengan umur rencana dapat dilihat pada Grafik 1.



Grafik 1. Hubungan LHRT dengan Umur Rencana

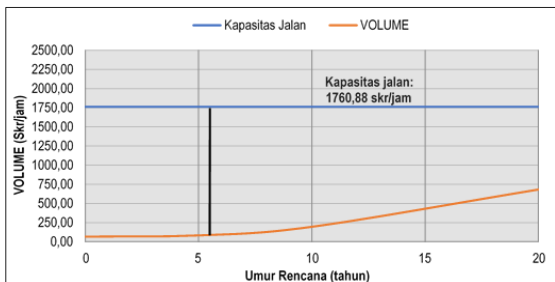
Tabel 7. Perhitungan Kapasitas Jalan terhadap Umur Rencana 5 Tahun, 10 Tahun dan 20 Tahun

Jenis Kendaraan	LHRTi x EKR (skr/hari)	Umur Rencana					
		5 Tahun		10 Tahun		20 Tahun	
		R	LHRT	R	LHRT	R	LHRT
Sepeda Motor	34	5,71	43	13,6	108	39,5	473
Mobil Penumpang/ Pick Up	33	5,33	40	11,6	88	27,4	210
Jumlah	67		83		196		683

Tabel 8. Perhitungan Kapasitas Jalan terhadap Umur Rencana 5 Tahun, 10 Tahun dan 20 Tahun

Jenis Kendaraan	LHRTi x EKR (skr/hari)	Umur Rencana					
		5 Tahun		10 Tahun		20 Tahun	
		R	LHRT	R	LHRT	R	LHRT
Sepeda Motor	34	5,71	43	13,6	108	39,5	473
Mobil Penumpang/ Pick Up	33	5,33	40	11,6	88	27,4	210
Jumlah	67		83		196		683

Untuk mengetahui hubungan kapasitas jalan dengan volume dapat dilihat pada Grafik 2.



Grafik 2. Hubungan Kapasitas Jalan dengan Volume

Dengan demikian, umur rencana yang digunakan adalah 5 tahun karena lalu lintas harian pada umur rencana 5 tahun tidak melebihi kapasitas jalan yang diperhitungkan.

Distribusi Arah (DD) dan Distribusi Lajur (DL)

Faktor Distribusi Arah (DD) untuk jalan dua arah umumnya diambil 0,50 kecuali lokasi-lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada suatu arah tertentu.

Tabel 9. Faktor Distribusi Lajur

Jumlah Lajur Setiap Arah	Kendaraan Niaga pada Lajur Desain (% terhadap Populasi Kendaraan Niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Dari Tabel 9 diambil jumlah lajur untuk setiap arah menghasilkan kendaraan niaga pada lajur desain 100% terhadap populasi kendaraan niaga.

Beban Standar Kumulatif (CESA₄)

Perhitungan Beban Standar Kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle* (CESA₄) umur rencana 5 tahun dihitung sebagai berikut:

$$ESATH-1 = (\sum LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Keterangan:

- ESATH-1 = Kumulatif lintas sumbu standar ekuivalen (*equivalent standard axle*) pada tahun pertama
- LHRJK = Lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)
- VDFJK = Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*) tiap kendaraan niaga
- DD = Faktor distribusi arah
- DL = Faktor distribusi lajur
- R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

Tabel 10. Lalu Lintas Harian pada Umur Rencana 5 Tahun

Jenis Kendaraan	LHR (kendaraan/jam)	Umur Rencana 5 Tahun	
		R	LHRT
Sepeda Motor	860	5,711	1,074
Mobil Penumpang/ Pick Up	215	5,33	265
Jumlah	1.075	11,041	1.339

VDF_{JK} sepeda motor dan mobil penumpang adalah 0 maka untuk nilai CESA₄ diasumsikan yaitu nilai CESA₄ adalah 800.000 (8 x 10⁵). Tidak adanya kendaraan berat pada ruas ini karena merupakan akses ke daerah permukiman dan kawasan hutan.

Traffic Multiplier (TM)

Traffic Multiplier (TM) lapisan aspal di Indonesia berkisar 1,8 - 2 maka diambil nilai tengah yaitu 1,9.

Cumulatif Equivalent Single Axle (CESA₅)

Perhitungan CESA₅ adalah sebagai berikut:

$$CESA_5 = (TM \times CESA_4)$$

Umur Rencana 5 Tahun

$$CESA_5 = (TM \times CESA_4)$$

$$= 1,9 \times 800.000$$

$$= 1.520.000$$

Kekuatan Tanah Dasar
Pengukuran Kekuatan Tanah Dasar dengan DCP
(Dynamic Cone Penetration Test)

Untuk hasil pengujian kekuatan tanah dasar menggunakan DCP digunakan rumus:

$$\text{Log (CBR)} = 2,48 - 1,057 (\text{logDCP}) \rightarrow \text{TRL, Road Note 8, 1990}$$

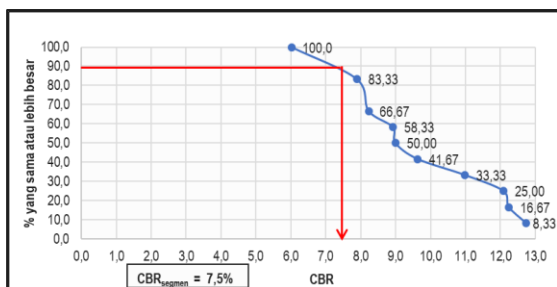
Tabel 11. Hasil Perhitungan Nilai CBR

Lokasi	DCPI	CBR Lapangan (%)
Sta 5+850	31,45	7,89
Sta 6+100	27,75	9
Sta 6+250	28	8,92
Sta 6+400	40,59	6,02
Sta 6+550	23	10,98
Sta 6+650	20,76	12,24
Sta 6+800	26,04	9,63
Sta 7+100	30,22	8,23
Sta 7+300	40,59	6,02
Sta 7+600	21	12,09
Sta 7+750	27,77	9
Sta 8+100	20	12,73

Penentuan Perhitungan Harga CBR Segmen atau CBR yang Mewakili

Tabel 12. Persentase CBR yang Sama atau Lebih Besar

CBR	Jumlah yang Sama atau Lebih Besar	Persentase yang Sama atau Lebih Besar
6,02	12	12 : 12 x 100 = 100,0%
7,89	10	10 : 12 x 100 = 83,33%
8,23	8	8 : 12 x 100 = 66,67%
8,92	7	7 : 12 x 100 = 58,33%
9,00	6	6 : 12 x 100 = 50,00%
9,63	5	5 : 12 x 100 = 41,67%
10,98	4	4 : 12 x 100 = 33,33%
12,09	3	3 : 12 x 100 = 25,00%
12,24	2	2 : 12 x 100 = 16,67%
12,73	1	1 : 12 x 100 = 8,33%



Grafik 3. Grafik untuk Menentukan CBR Segmen dengan Cara Grafis

CBR yang mewakili = 7,5 %

Menghitung DDT dengan cara analisis:

$$\begin{aligned} \text{DDT} &= 4,3 \times \log (\text{CBR } 8) + 1,7 \\ &= (4,3 \times \log 7,5) + 1,7 \\ &= 5,57 \end{aligned}$$

Menentukan Pondasi Minimum

Dari perhitungan $\text{CBR}_{\text{desain}}$ didapatkan CBR per segmen untuk menentukan tebal pondasi jalan yang akan direncanakan.

Tabel 13. Desain Pondasi Jalan Minimum

CBR Tanah Dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
		Beban Lalu Lintas pada Lajur Rencana dengan Umur Rencana 40 Tahun (juta ESA_5)			
		< 2	2 - 4	> 4	Stabilisasi Semen ⁽⁶⁾
≥ 6	SG6	Tidak diperlukan perbaikan			
5	SG5	-	-	100	
4	SG4	100	150	200	
3	SG3	150	200	300	
2,5	SG2.5	175	250	350	
Tanah ekspansif (potensi pemuaian >5%)		400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan pondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan di atas tanah lunak ⁽²⁾		1000	1100	1200	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum –ketentuan lain berlaku)		1000	1250	1500	

(Sumber: Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017)

Menentukan pondasi jalan minimum dengan perhitungan $\text{CBR}_{\text{desain}}$ yaitu:

$$\text{CBR}_{\text{segmen rencana}} = 7,5 \%$$

Pada Bagan 2 – Desain Pondasi Jalan Minimum dengan $\text{CBR}_{\text{segmen rencana}} = 7,5 \%$ dan beban lalu lintas rencana < 2 juta ESA_5 dengan kelas kekuatan tanah dasar SG6 dengan menggunakan perkerasan lentur tidak diperlukan perbaikan tanah.

Menentukan Tipe Perkerasan

Untuk menentukan tipe perkerasan (analisis *discounted whole of life cost*) dapat dilihat pada Tabel 14. Pemilihan jenis perkerasan dilihat dari perhitungan yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Umur rencana} &= 5 \text{ tahun} \\ \text{CESA}_5 &= 1.520.000 \end{aligned}$$

Tabel 14. Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 5 Tahun (pangkat 4, kecuali ditentukan lain)				
		0 - 0,5	0,1 - 4	>4 - 10	>10 - 30	>30 - 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas tanah dengan $\text{CBR} \geq 2,5\%$)	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A	-	1,2			
ACWC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	-	1,2	2	2
AC atau HRS tipis di atas lapis pondasi berbutir	3A	-	1,2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis pondasi soil cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

(Sumber: Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017)

Jadi, pada Tabel 14 ESA dalam 5 tahun pangkat 4 di antara 0,1 - 4 juta ESA⁴. Dari solusi yang diberikan, digunakan jenis perkerasan AC atau HRS tipis di atas lapis pondasi berbutir menggunakan Bagan Desain 3A (ESA pangkat 4).

Menentukan Struktur Perkerasan

Dari pemilihan perkerasan pada Tabel 14 didapatkan AC atau HRS tipis di atas lapis pondasi berbutir, maka dari semua bagan desain yang tersedia dipilih Bagan Desain – 3A yaitu Desain Perkerasan Lentur dengan HRS.

Tabel 15. Desain Perkerasan Lentur dengan HRS

Kumulatif Beban Sumbu 5 Tahun Pada Lajur Rencana (10 ⁶ CESA ₅)	FF1 < 0,5	0,5 ≤ FF2 ≤ 4,0
	HRS atau Penetrasi Makadam	HRS
Jenis Permukaan	Tebal lapisan (mm)	
HRSWC	50	30
HRS Base	-	35
LFA Kelas A	150	250
LFA Kelas A atau LFA Kelas Batu Kerikil Alam atau Lapis Distabilisasi dengan CBR > 10%	150	125

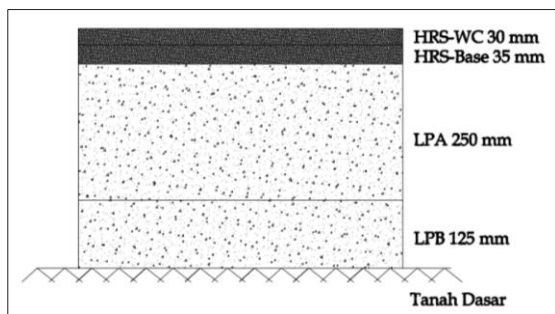
(Sumber: Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:7-13)

Dalam Bagan Desain - 3A ini didapatkan tebal lapisan struktur perkerasan dari perhitungan CESA₅ yaitu:

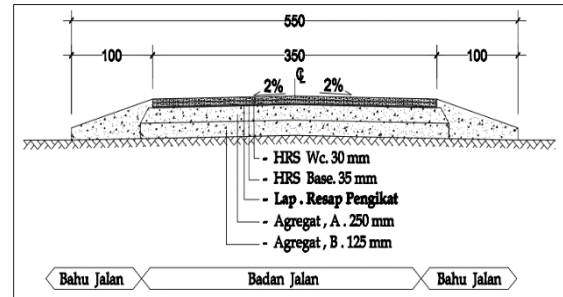
- Umur rencana = 5 tahun
- CESA₅ = 1.520.000
- CBR_{segmen} rencana = 7,5 %

Maka ketebalan lapis perkerasan yang didapatkan adalah:

- HRS WC = 30 mm
- HRS BASE = 35 mm
- LPA Kelas A = 250 mm
- LPB = 125 mm



Gambar 4. Penampang Tebal Lapis Perkerasan Jalan



Gambar 5. Sketsa Melintang Perkerasan Baru

Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) akan dihitung berdasarkan tebal perkerasan lentur yang telah dihitung. Lebar jalan 3,5 meter dan total panjang jalan 2,250 meter, dengan ketebalan setiap lapisannya sebagai berikut:

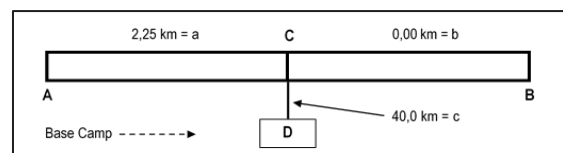
- HRS WC = 30 mm
- HRS Base = 35 mm
- LPA Kelas A = 250 mm
- LPB = 125 mm

Semua rangkaian pekerjaan dianalisa berdasarkan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Tahun 2018 dan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Pemerintah Kabupaten Flores Timur Tahun 2021 yang diperoleh dari CV. Mentari selaku konsultan perencanaan. Data-data ini digunakan untuk menghitung Analisa Satuan Harga sehingga didapatkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk pekerjaan perkerasan lentur ruas jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika.

Tabel 16. Informasi Kegiatan Pekerjaan

No	Uraian	Informasi
1	Lokasi pekerjaan	Jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika
2	Kondisi jalan lama	Jalan tanah dan berbatu
3	Panjang efektif	2,250 kilometer
4	Lebar jalan lama (bahu + perkerasan + bahu)	(0,50 + 3,00 + 0,50) meter
5	Lebar rencana (bahu + perkerasan + bahu)	(1,00 + 3,50 + 1,00) meter
6	Jangka waktu pelaksanaan pekerjaan	180 hari kalender (6 bulan)
7	Jarak rata-rata dari base camp ke lokasi pekerjaan	L = 41,13 kilometer

Perhitungan: $L = \{(c+a/2)*a + (c+b/2)*b\}/(a+b)$ didasarkan pada sketsa berikut ini.



(Sumber: Konsultan Perencana CV. Mentari, 2018)

Harga Satuan Dasar

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk pekerjaan perkerasan lentur dihitung berdasarkan data-data sebagai berikut:

1. Daftar Harga Satuan Dasar (HSD) Upah;
2. Daftar Harga Satuan Bahan; dan
3. Daftar Harga Satuan Peralatan.

Analisa (Unit Price)

Analisa (*Unit Price*) perkerasan lentur dari Harga Satuan Pekerjaan Kabupaten Flores Timur, adalah sebagai berikut.

Tabel 17. Analisa (Unit Price)

No. Mata Pembayaran	Uraian	Sa-tu-an	Perki-raan Kuan-titas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
a	b	c	d	e	f (d x e)
DIVISI 1 UMUM					
1.2	Mobilisasi	ls	1,00	95.400.000,00	95.400.000,00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 1 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					95.400.000,00
DIVISI 2 PEKERJAAN TANAH					
2.1	Galian Biasa	m ³	457,80	84.863,00	38.850.281,40
2.2	Galian Batu	m ³	70,00	307.599,00	21.531.930,00
2.3	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	m ³	868,88	202.564,00	176.002.795,50
2.4	Penyiapan Badan Jalan	m ³	6.187,50	3.984,00	24.651.000,00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 2 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					261.036.006,90
DIVISI 3 PERKERASAN BERBUTIR					
3.1	Lapisan Pondasi Agregat Kelas A	m ³	1.968,75	927.619,00	1.826.249.906,25
3.2	Lapisan Pondasi Agregat Kelas B	m ³	984,38	838.028,36	824.934.166,94
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 3 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					2.651.184.073,19
DIVISI 4 PERKERASAN ASPAL					
4.1	Lapis Resap Pengikat – Aspal Cair	liter	6.300,00	15.489,00	97.580.700,00
4.2	HRS WC	ton	236,25	1.003.406,80	237.054.855,88
4.3	Lataston Lapis Pondasi (HRS-Base)	ton	628,43	1.803.197,46	1.133.174.363,80
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 4 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					1.230.755.063,80
JUMLAH HARGA DIVISI 1 SAMPAI DIVISI 4					4.238.375.143,89

Rekapitulasi Biaya

Rencana anggaran biaya pekerjaan perkerasan lentur ruas jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika adalah sebagai berikut:

Tabel 18. Rencana Anggaran Biaya Perkerasan Lentur Ruas Jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika

No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rp)
1	UMUM	95.400.000,00
2	PEKERJAAN TANAH	261.036.006,90
3	PERKERASAN BERBUTIR	2.651.184.073,19
4	PERKERASAN ASPAL	1.230.755.063,80
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)	4.238.375.143,89
(B)	Pajak Pertambahan Nilai ((PPN) = 10% x (A))	423.837.514,39
(C)	Jumlah Total Harga Pekerjaan = (A) + (B)	4.662.212.658,28
(D)	Dibulatkan	4.662.212.650,00
Terbilang:	Empat Milyar Enam Ratus Enam Puluh Dua Juta Dua Ratus Dua Belas Ribu Enam Ratus Lima Puluh Rupiah	

Besar biaya konstruksi per meter:

$$\begin{aligned} \text{Biaya per meter} &= \text{Total Biaya/Panjang Ruas Jalan} \\ &= 4.662.212.650,00/2.250 \\ &= \text{Rp } 2.072.094,51 \end{aligned}$$

Jadi biaya yang dibutuhkan dalam pekerjaan perkerasan lentur ruas jalan per meter yaitu Rp 2.072.094,51.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan berdasarkan hasil analisis perencanaan perkerasan lentur dan Rencana Anggaran Biaya ruas jalan Sp. Seduku-Kawalelo-Likutudeng-Lamika STA 5+850 – STA 8+100 adalah sebagai berikut:

1. Tebal perkerasan lentur dengan lebar jalan 3,50 meter adalah sebagai berikut:
 - Lapis HRS WC = 0,03 m
 - Lapis HRS Base = 0,035 m
 - Lapis Pondasi Agr. Kelas A = 0,25 m
 - Lapis Pondasi Agr. Kelas B = 0,125 m
2. Besar perkiraan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pembangunan perkerasan lentur adalah Rp 4.662.212.650,00 termasuk keuntungan dan *overhead* 15% serta PPN 10%.
3. Besar biaya per meter adalah Rp 2.072.094,51 termasuk keuntungan dan *overhead* 15% serta PPN 10%.

Saran

1. Dalam menentukan tebal permukaan lapisan aspal sebaiknya menggunakan ketebalan yang sama, agar mempermudah pelaksanaan di lapangan. Jiks hasil perhitungan didapatkan hasil dengan bilangan pecah atau desimal sebaiknya dibulatkan.
2. Untuk penelitian selanjutnya dengan tema

perencanaan perkerasan lentur dengan Metode Bina Marga, proses pengumpulan data memerlukan sumber data yang akurat demi memperoleh data yang valid dan lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum (DPU). (2017). *Spesifikasi Teknik (Standar Bina Marga)*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbitan P.U.
- Departemen Pekerjaan Umum (DPU). Direktorat Bina Marga. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ)*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbitan P.U.
- Departemen Pekerjaan Umum (DPU). (2016). *Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Bina Marga*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbitan P.U.
- Departemen Pekerjaan Umum (DPU). SKBI. 2.3.26.1987, UDC.625.73 (02), SNI 1732-1989 F. (1987). *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbitan P.U.
- Departemen Pekerjaan Umum (DPU). (2011). *Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbitan P.U.
- George, Chendal P.Y. (2018). *Studi Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dan Estimasi Biaya Konstruksi Ruas Jalan Kembang-Lehong (STA 0+000 – STA 2+147) Kota Borong Kabupaten Manggarai Timur - NTT*. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang.
- Hendarsin, L. S. (2000). *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Mamari, Roy. L. P. (2017). *Studi Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Standar Bina Marga Pada Ruas Jalan Sentani-Warumbain KM 41+000-KM 61+000 (20 KM)*. Malang: Institut Teknologi Nasional.
- Maria Oktaviani, L. (2021). *Studi Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dan Estimasi Biaya Konstruksi Ruas Jalan Kisol-Bondei (STA 0+000 – STA 1+400) Kecamatan Kota Komba Kabupaten Manggarai Timur - NTT*. Malang: Institut Teknologi Nasional.
- Monalisa Prisilia, H. (2019). *Studi Perencanaan Perkerasan Jalan Jasirah Leihitu Maluku (STA 0+000 – STA 16+940)*. Malang: Institut Teknologi Nasional.
- Muhamad Wahyudi, (2018). *Studi Perencanaan Perkerasan Pada Ruas Jalan Sukomoro-Kecubung Km 3+000 – Km 4+200 Kabupaten Nganjuk*. Malang: Institut Teknologi Nasional.
- Rizky, Arie. W. (2018). *Studi Perencanaan Perkerasan Pada Ruas Jalan Ngangkatan-Begadang Km 0+010 – Km 1+010 Kabupaten Nganjuk*. Malang: Institut Teknologi Nasional.
- Teddi Permana. (2022). *Studi Perencanaan Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Metode Bina Marga 2017 Dan Aashto 1993 Serta Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pada Ruas Jalan Sumenep*. Malang: Institut Teknologi Nasional.
- Weking, M. (2016). *Studi Perencanaan Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga 2017 Dan Anggaran Pembangunan Ruas Jalan Watowiti Flores Timur NTT (STA 0+000 – STA 3+000)*. Malang: Institut Teknologi Nasional.
- Sukirman, S. (1992). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.