

STUDI

STUDI PERENCANAAN TEBAL LAPISAN PERKERASAN TAMBAHAN (OVERLAY)

PADA RUAS JALAN MOTAHARE-RAILACO (STA.32+500–STA.37 +500) TIMOR

LESTE

Nama :

Amadeu Espirito Santo Maia

Nim

2010520002

ABSTRAK

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang memiliki peranan yang sangat penting dalam pengembangan kehidupan masyarakat terutama dalam sektor perekonomian dan perindustrian yang ada di kecamatan Railaco. Perencanaan tebal perkerasan merupakan dasar dalam menentukan tingkat pelayanan sebuah jalan baik perencanaan menggunakan bahan pengikat semen maupun bahan pengikat aspal. Yang dimaksud dengan konstruksi perkerasan jalan adalah lapisan suatu bahan yang diletakkan diatas tanah dasar pada jalur jalan rencana. Pada pekerjaan perencanaan jalan raya, saluran irigasi, disebutkan bentuk profil atau tampang pada arah untuk perencanaan kemiringan suatu proyek, maupun hitungan volume galian atau timbunan tanah. Data-Data Perencanaan, data topografi, dan data spesifik.

1.PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang memiliki peranan yang sangat penting dalam pengembangan kehidupan masyarakat terutama dalam sektor perekonomian dan perindustrian yang ada di kecamatan Railaco. Keberadaan jalan raya sangat diperlukan untuk menunjang laju pertumbuhan ekonomi sering dengan meningkatnya kebutuhan sarana transportasi yang dapat melancarkan transportasi di daerah Motahare-Railaco. Railaco merupakan salah satu kecamatan produksi pertanian pada tanaman kopi yang ada di Kabupaten Ermera.

Alasan yang mendukung penulis dalam pemilihan judul ini adalah perlunya metode efektif dalam perencanaan suatu jalan agar diperoleh hasil yang terbaik dan ekonomis serta memenuhi unsur keselamatan dan penggunaan jalan, sehingga penulis terdorong untuk membahas dan merencanakan tebal lapis perkerasan tambahan pada proyek rehabilitasi jalan Motahre – Railaco.

Identifikasi Masalah

Identifikasi Masalah yang ada Pada jalan Motahare-Railaco adalah sebagai berikut :

1. Pengaruh jumlah dan beban lalu-lintas yang melebihi jumlah dan beban rencana.
2. Akibat meresapnya air dari bahu jalan atau saluran.
3. Pengaruh beban lalu-lintas dan cuaca (terutama hujan) akan mempercepat terbentuknya lubang.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana perencanaan lapisan perkerasan tambahan (overlay) pada lokasi penelitian?
2. Bagaimana kondisi eksisting jalan pada lokasi penelitian ?
3. Bagaimana lintas ekivalen rencana (LER)?
4. Bagaimana menentukan klasifikasi jalan tersebut ?

Maksud dan Tujuan

1. Untuk mengetahui perencanaan lapisan perkerasan tambahan (overlay) pada lokasi penelitian
2. Untuk mengetahui kondisi eksisting jalan pada lokasi penelitian
3. Untuk menghitung lintas ekivalen rencana (LER)
4. Untuk mengetahui klasifikasi jalan tersebut

Batasan Masalah

Pada Tugas akhir ini akan dibahas mengenai perhitungan tebal lapisan perkerasan tambahan (overlay) yang dilakukan oleh perencanaan pada proyek peningkatan jalan Motahre- Railaku Ermera.

Pada Tugas akhir ini penulis tidak membahas :

1. Panjang jalan secara keseluruhan Stasiun (Sta) Pada jalan Motahare - Railaco.
2. Penulis hanya membahas pada (STA. 32+500 – STA.37 +500).
3. Selain itu peneliti hanya membahas tentang beban lalu lintas tetapi tidak termasuk pembuangan atau saluran drainase dan jembatan.

Metodologi Pembahasan

Metode yang digunakan dalam penulisan Tugas akhir ini adalah literatur yang dengan mengumpulkan data - data dan keterangan dengan buku – buku yang berhubungan dengan pembahasan pada Tugas akhir ini serta masukan – masukan dari dosen pembimbing. Adapun teknik pembahasan yang digunakan adalah :

1. Teknik pengumpulan data Primer :
 - a. Mengadakan studi pendahuluan.
 - b. Melakukan survey lalu lintas di lapangan.
 - c. Mengadakan studi literature.
2. Teknik pengolahan data Sekunder :
 - a. Menggunakan pedoman perencanaan tebal lapisan perkerasan tambahan (Overlay) dengan metode analisa komponen.

- b. Mendapatkan Data dari Dinas PU (Obras public) yang ada.

Batas-batas wilayah District Ermera :

- a. Sebelah Timur Kabupaten Aileu.
b. Sebelah Barat Kabupaten Bobonaro.
c. Sebelah Selatan Kabupaten Dili/Ibu Kota Negara.
d. Sebelah Utara Kabupaten Ainaro.

2. LANDASAN TEORI

Perencanaan tebal perkerasan merupakan dasar dalam menentukan tingkat pelayanan sebuah jalan baik perencanaan menggunakan bahan pengikat semen maupun bahan pengikat aspal. Perkerasan lentur umumnya menggunakan bahan campuran aspal sebagai bahan lapisan permukaan (*surface course*).

Berdasarkan Lalu Lintas

Pada umumnya lalu lintas pada jalan raya terdiri dari campuran kendaraan cepat, kendaraan Lambat, kendaraan berat, kendaraan ringan dan kendaraan yang tidak bermotor. Dalam hubungan dengan kapasitas jalan, pengaruh dari setiap jenis kendaraan tersebut terhadap keseluruhan arus lalu lintas, diperhitungkan dengan membandingkan terhadap pengaruh mobil penumpang. Pengaruh mobil penumpang dalam hal ini di pakai satuan dan di sebut “satuan mobil penumpang” atau di singkat “SMP”. Untuk setiap jenis kendaraan ke dalam satuan mobil penumpang (smp), bagi jalan – jalan di daerah datar di gunakan koefisien di bawah ini.

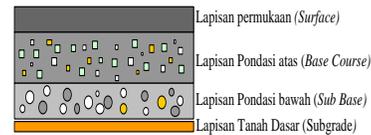
Konstruksi Perkerasan Jalan

Yang dimaksud dengan konstruksi perkerasan jalan adalah lapisan suatu bahan yang diletakkan diatas tanah dasar pada jalur jalan rencana.

Konstruksi Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)

Konstruksi perkerasan jenis ini merupakan perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan

pengikat. Lapisan-lapisan perkerasan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Konstruksi perkerasan lentur biasanya terdiri dari beberapa lapisan seperti diperlihatkan pada gambar dibawah ini:



Tanah dasar (Sub Grade)

Tanah dasar (sub grade) pada perencanaan tebal perkerasan akan menentukan kualitas konstruksi perkerasan sehingga sifat-sifat tanah dasar menentukan kekuatan dan keawetan konstruksi jalan raya.

Lapisan Pondasi Bawah (Sub Base Course)

Lapisan pondasi bawah (sub Base Course) adalah bagian dari konstruksi perkerasan jalan yang terletak diantara tanah dasar (Sub Grade) dan lapisan pondasi atas (Base Course).

Lapisan Pondasi Atas (Base Course)

Lapisan pondasi atas (Base Course) adalah bagian dari perkerasan jalan yang terletak diantara lapisan pondasi bawah dan lapisan permukaan.

Lapisan permukaan (Surface coarse)

Lapisan permukaan (surface coarse) adalah lapisan yang terletak paling atas.

Pelapisan Tambahan (Overlay)

Untuk perhitungan lapisan tambahan (overlay), kondisi perkerasan jalan lama (existing pavement) dinilai sebagai berikut :

- a. Lapisan Permukaan
b. Lapisan pondasi
c. Lapisan pondasi bawah ; Indeks plastisitas (Plasticity Index = PI) ≤ 6 (90-100%)
Indeks plastisitas (Plasticity Index = PI) > 6 (70-90)

Sumber : SNI 1732 – 1989 - : 16

Dasar - Dasar Perencanaan

Perencanaan tebal perkerasan adalah dasar dalam menentukan tebal dari perkerasan, baik itu perkerasan lentur maupun tebal perkerasan kaku dengan yang dibutuhkan untuk suatu jalan.

Keseragaman Lendutan

Perhitungan tebal lapis tambah dapat dilakukan pada setiap titik pengujian atau berdasarkan panjang segmen (seksi). Apabila berdasarkan panjang seksi maka cara menentukan panjang seksi jalan harus dipertimbangkan terhadap keseragaman lendutan. Keseragaman yang dipandang sangat baik mempunyai rentang faktor keseragaman antara 0 sampai sengan 10, antara 11 sampai dengan 20 keseragaman baik dan antara 21 sampai dengan 30 keseragaman cukup baik.

Faktor koreksi tebal lapis tambah (Fo)

Tebal lapis tambah/overlay yang diperoleh adalah berdasarkan temperature standar 35°C , maka untuk masing-masing daerah perlu dikoreksi karena memiliki temperature perkerasan tahunan (TPRT) yang berbeda.

3. METODE PENELITIAN

Pengukuran Sifat Datar Profil

Pada pekerjaan perencanaan jalan raya, saluran irigasi, disebutkan bentuk profil atau tampang pada arah untuk perencanaan kemiringan suatu proyek, maupun hitungan volume galian atau timbunan tanah. Pengukuran umumnya dibedakan atas profil memanjang searah sumbu obyek dan profil melintang dengan arah memotong tegak lurus obyek pada jarak tertentu.

Parameter Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan

Adapun parameter perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen adalah:

a. Lalu lintas rencana

Jumlah jalur rencana dan koefisien distribusi kendaraan jalur rencana merupakan sala satu jalur lalu lintas suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas yang terbesar.

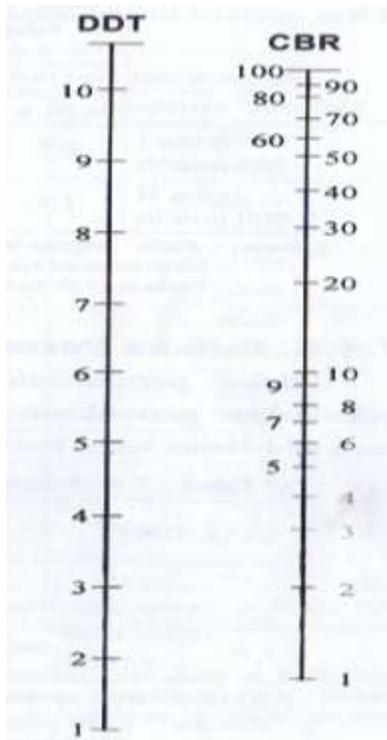
b. Angka Ekuivalen (E)

Angka Ekuivalen (E) dari suatu beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang di timbulkan oleh suatu lintasan beban standar sumbu tinggal seberat 8,16 ton (18000 lb). angka ekuivalen (E) masing – masing golongan beban sumbu setiap kendaraan. Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) Adalah jumlah lintasan ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8.16 ton (18000 ib) pada jalur rencana yang diduga pada jalur perencanaan LEP. Lintas Ekuivalen akhir (LEA) Adalah jumlah lintas ekuivalen rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8.16 ton(18000 lb)m pada jalur rencana yang diduga terjadi pada akhir umur rencana LEA. Lintas Ekuivalen selama Umur Rencana (AE 18KSAL)Adalah jumlah lintas ekuivalen yang akan melintas jalan tersebut selama masa pelayanan dari saat dibuka sampai umur rencana AE 18KSAL. Lintas Ekuivalen Tengah (LET) adalah jumlah lintas Ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8.16 ton (1800 lb) pada jalur rencana pada pertengahan umur rencana.

Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR

Daya dukung tanah dasar (DDR) adalah suatu skala yang di pakai dalam romogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan kekuatan tanah dasar. Daya dukung tanah dasar ditetapkan

berdasarkan grafik kolerasi, dan yang dimaksud dengan tanah CBR lapangan atau CBR laboratorium. Jika digunakan CBR lapangan maka pengambilan contoh tanah dasar dilakukan dengan tabung (*Undisturb*), kemudian direndam dan diperiksa harga CBR-nya dapat juga mengukur langsung lapangan.



korelasi antara nilai DDT dan CBR

Faktor Regional (FR)

Factor Regional (FR) adalah factor setempat yang menyangkut keadaan lapangan dan Iklim, yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar dan perkerasan, keadaan lapangan mencakup permeabilitas tanah, perlengkapan drainase, bentuk *Alinyemen* serta prosentase kendaraan yang berhenti, sedangkan keadaan iklim mencakup curah hujan rata – rata pertahun. Mengingat persyaratan penggunaan disesuaikan dengan pengaturan pelaksanaan pembangunan jalan raya maka pengaruh keadaan lapangan yang menyangkut permeabilitas tanah

perlengkapan drainase dapat dianggap sama. Dengan demikian dalam penentuan table perkerasan ini, faktor regional hanya dipengaruhi oleh bentuk *Alinyemen* (kelandaian dan tikungan), prosentase kendaraan besar yang berhenti serta iklim atau curah hujan.

Indeks permukaan (IF)

Indeks permukaan (IF) adalah suatu angka yang di pergunakan untuk menyatakan kerataan / kehalusan serta kekokohan permukaan jalan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

Perencanaan Lapis Perkerasan

Konstruksi jalan raya telah habis pada pelayanannya, telah mencapai indeks permukaan akhir yang diharapkan perlu diberikan lapis Perkerasan untuk dapat kembali mempunyai nilai kekuatan, serta tingkat kenyamanan. Perhitungan perencanaan ini pada dasarnya sama dengan perencanaan tebal perkerasan jalan baru dan berdasarkan pada kekuatan relatifnya masing – masing lapisan perkerasan jangka panjang.

Survei Kondisi Permukaan

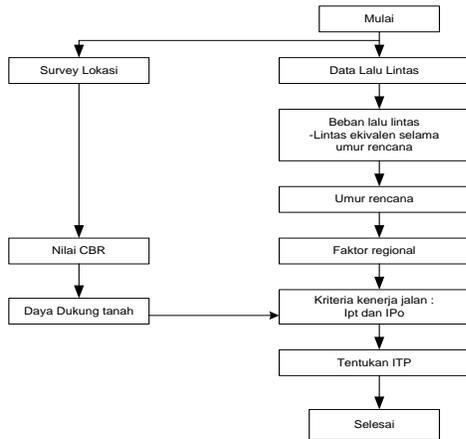
Survei ini bertujuan untuk mempengaruhi tingkat kenyamanan (*Rideability*) permukaan jalan pada saat sekarang.

Pelaksanaan

Metode pelaksanaan peningkatan jalan adalah tahapan atau langkah kerja yang dilakukan dilapangan dalam penyelesaian peningkatan jalan, dimana jalan lama mengalami penurunan ITP (Indeks Tebal Permukaan). Pada proyek peningkatan jalan ini tahapan pekerjaan meliputi ;

- a. Survei lalu lintas
- b. Survei lapangan
- c. Pengukuran dan pematokan
- d. Mobilisasi
- e. Pelaksanaan penetrasi macadam (LAPEN)

Alur Penelitian



4. HASIL PEMBAHASAN

Analisis Data

Data-Data Perencanaan

Data Topografi

- Panjang jalan : 5000 m (Sta.20 + 0,00 – Sta.25+ 0,00)
- Lebar Jalan : 8,00 m
- Jenis Jalan : Arteri Primer (Jalan Nasional)
- Curah hujan : 739.3 mm/tahun > 900 mm / tahun
- Kelandaian Medan : 2,5 %

Data Teknis

- Tipe Jalan : 2 Jalur 2 Arah
- Jenis perkerasan : Lentur(Flexible Pavement)
- Panjang Perkerasan : 5000 m
- Lebar perkerasan : 6,00 m
- Bahu Jalan : 1,00 m

Data Spesifik

- Masa Konstruksi : 2 Tahun
- Pertumbuhan lalu lintas : 1 %
- Umur Rencana : 10 Tahun
- Nilai CBR Lapangan : 36 %
- Bahan Perkerasan

- Lapen / Aspal Marcadam, Hra, Lasbutag, Laston
- Batu Pecah, Stabilitas Tanah Dengan Sement dan Kapur.
- Sirtu/Pitrun (Kelas B)Lapis Pada Lapisan Pondasi Bawah

f. Waktu Pelaksana : 2015

g. Jalan dibuka : 2016

h. LHR Tahun : 2014

Data LHR Tahun 2014 Pada Ruas Jalan MOTAHARE-RAILACO

No	Jenis Kendaraan	Jumlah kendaraan (kend/hari/2arah)
1	Mobil Penumpang	331
2	Truk Ringan	289
3	Bus	37
4	Truk Berat	56
Jumlah Total Kendaraan		713

Sumber dari : Hasil Survey

Peperencanaan Tebal Lapisan Perkerasan Lentur Untuk Jalan Baru dengan Metode Bina Marga.

- Data lalu lintas harian rata-rata dapat diperoleh dengan cara :

$$LHR = \frac{\text{Jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{lamanya pengamatan}}$$

- Lintas Harian Rata-Rata Awal
Rumus : LHR awal umur rencana = $(1+i)^n \times$ Volume kendaraan

Dimana :

i = Angka pertumbuhan lalu lintas pada masa pelaksanaan

n = Masa pelaksanaan (2016-2014 = 2 Tahun)

- Lintas Harian Rata-Rata Akhir

Rumus :

LHR akhir umur rencana = $(1+i)^n \times$ Volume kendaraan

Dimana :

i = Angka pertumbuhan lalu lintas pada masa operasional

n = Masa operasional jalan. (2024 – 2014 = 10 Tahun)

d. Perhitungan angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan

✓ Angka ekivalen untuk masing-masing kendaraan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

❖ Angka ekivalen sumbu tunggal

❖ Angka ekivalen untuk sumbu ganda

✓ Perhitungan angka ekivalen masing-masing kendaraan

❖ Mobil penumpang (2ton)

○ Untuk AS depan (1ton) => 1000kg

$$E = \frac{(1000)^4}{8160} = 0,0002$$

○ Untuk AS belakang (1ton) => 1000kg

$$E = \frac{(1000)^4}{8160} = 0,0002$$

❖ Truck ringan (9 ton)

○ Untuk AS depan (3 ton) => 3000kg

$$E = \frac{(3000)^4}{8160} = 0,0183$$

○ Untuk AS belakang (6 ton) => 6000kg

$$E = 0,086 \frac{(6000)^4}{8160} = 0,0251$$

✓ Lintas ekivalen permulaan (LEP)

Rumus

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j$$

Dimana:

C = Koefisien distribusi kendaraan

E = Angka ekivalen

J = Jenis kendaraan

LHR = Lalu lintas harian rata-rata

✓ Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Rumus

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j \cdot (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

$$LEA = LEP (1 + i)^{UR}$$

Dimana:

C = Koefisien distribusi

E = Angka ekivalen

J = Jenis kendaraan

i = Perkembangan lalu lintas

LHR = Lalu lintas harian rata-rata

UR = Umur rencana

LEP = Lintas ekivalen permulaan

✓ Lintas Ekivalen Tengah (LET)

Rumus

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

Dimana:

LET = Lintas ekivalen tengah

LEP = Lintas ekivalen permulaan

LEA = Lintas ekivalen akhir

$$LET = \frac{10,902 + 1,204}{2} = 6,053$$

Lintas Ekivalen Rencana (LER)

Rumus

$$LER = LET \times FP$$

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

Dimana:

LET = Lintas ekivalen tengah

FP = Faktor pengusahaan

$$\frac{UR}{10} = \text{Umur rencana}$$

$$LER = 6,0531 \times \frac{10}{10} = 6,053$$

✓ Perhitungan Tebal Perkerasan

Mencari Nilai Daya Dukung Tanah Dasar

(DDT)

Rumus :

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

$$DDT = 4,3 \log (36) + 1,7 = 8.39$$

✓ Analisa Tebal Perkerasan Lentur

Rumus

Presentase kendaraan berat

$$= \frac{\text{Jumlah Kendaraan Berat}}{\text{Jumlah Kendaraan}} \times 100 \%$$

✓ Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana

(IPt)

Indeks permukaan ditentukan berdasarkan :

$$\diamond \text{LER} = 6,053$$

$$\diamond \text{Klasifikasi jalan} = \text{Arteri (Jalan Nasional)}$$

✓ Mencari Indeks Permukaan Awal Umur

✓ Mencari Harga Indeks Perkerasan (ITP)

✓ Direncanakan Susunan Lapisan Perkerasan

$$\diamond \text{ITP} = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

$$\diamond \text{ITP} = \text{Indeks tebal perkerasan}$$

$$\diamond a = \text{Koefisien lapisan}$$

$$\diamond D_1 = \text{Tebal lapis permukaan}$$

$$\diamond D_2 = \text{Tebal lapis pondasi atas}$$

$$\diamond D_3 = \text{Tebal lapis pondasi bawah}$$

Dari tabel 3.10, di ambil data

- Lapis Permukaan : Laston (a_1)= 0,30

- Lapis Pondasi Atas : Stabilitas tanah dengan kapur (a_2)= 0,23

Lapis Pondasi Bawah: Batu Peca Kelas B

$$(a_3)= 0,12$$

maka $\overline{ITP} = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$ dari (Tabel 2.8) diperoleh :

$$D_1 \text{ minimum} = 5 \text{ cm}$$

$$D_2 \text{ minimum} = 20 \text{ Cm}$$

Tebal lapisan minimum dilihat dari ITP = 6,15

-Lapis Permukaan : Laston

$$(D_1)= 5 \text{ Cm}$$

-Lapis Pondasi Atas : Stabilitas tanah dengan kapur (D_2) = 20 Cm

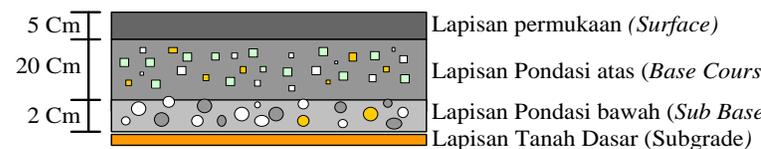
-Lapis Pondasi Bawah : Batu Peca Kelas B (D_3)= 2 Cm

Rumus

$$\overline{ITP} = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

$$6,3 = 0,32 \times 5 + 0,23 \times 20 + 0,12 \times D_3$$

$$\text{maka } D_3 = 1,67 \text{ Cm} \approx 2 \text{ Cm}$$



5.PENUTUP

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisa perhitungan pada setiap segmen yang telah penulis lakukan, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sabagai berikut.

1. Pada jalan Motahare Railaco dengan panjang 5 km untuk perencanaan tebal lapisan tambahan (Overlay) dengan maenggunakan Metode Lentutan dapat diperoleh susunan tebal lapisan tambahan terdiri dari pondasi bawah (sub Mase) tebal 2 cm dengan agregat kelas B, podasi atas (Base Course) tebal 20 cm dengan agregat kelas A, Lapisan permukaan (surface) 5 cm Laston dan mampu melayani beban selama umur 10 tahun.
2. Kondisi eksisting pada jalan Motahare Railaco pada table berikut ini :

Tabel 5.1 Eksisting Trotoar dan lingkungan

No	Kondisi Trotoar dan Lingkungan	Keterangan
1	Kebebasan samping	Ada
2	Trotoar	Tidak ada
3	Pemanfaatan lahan	Ada
4	Pemanfaatan badan jalan	Tidak ada
5	Hambatan pada akses trotoar	Tidak ada
6	Pejalan kaki	Menggunakan badan jalan

3. Indeks permukaan pada akhir umur rencana dapat ditentukan berdasarkan LER 6,0531 maka itu termasuk Klasifikasi jalan arteri yang menghubungkan ibu kota kabupaten Ermera dengan Ibu kota Negara.

4. Lintas ekivalen rencana adalah 6,0531 maka jalan Motahare Railaco termasuk klasifikasi jalan Arteri (Jalan Nasional).

6. Saran

1. Perencanaan jalan di harapkan mampu memacu pertumbuhan perekonomian di wilayah tersebut, sehingga kedepannya kesejahteraan masyarakat dapat terangkat.
2. Kordinasi antar unsure-unsur proyek sebaiknya ditingkatkan agar mutu pekerjaan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan .
3. Pelaksanaan lepanan harus sesuai dengan spesifikasi teknik, gambar rencana maupun dokumen kontrak.

DAFTAR PUSTAKA

- Suaryana Nyoman, Ronny Yohannes. *Kajian Metoda Perencanaan Tebal lapis Tambah Perkerasan Lentur*. Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga, 1983. *Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan dengan Alat Benkleman Beam*. Jakarta: Bina Marga.
- Sukirman, S., *Perkerasan Lentur Jalan Raya, (1993)* Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, *Petunjuk Pelaksanaan Laburan Aspal Satu Lapis* (Burtu), 08/PT/B/1983.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, Pengaspalan, Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Badan Penerbit Pt. Mediatama Saptakarya, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Jalan, Pedoman Sederhana Pemembangunan Prasarana Jalan
- Silva Sukirman, *Perkerasan Lentu Jalan Raya*, Penerbit Nova.