

OPTIMASI PERENCANAAN PENINGKATAN KAPASITAS RUAS JALAN LAGA – BAGUIA DISTRIK BAUCAU REPUBLIK DEMOKRATIK TIMOR - LESTE

Frederik Barreto Da Costa Xavier¹, Nusa Sebayang², dan Annur Ma'ruf³

^{1,2,3}) Jurusan Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang
Email: fredyxavier1999@gmail.com

ABSTRACT

Jalan Laga – Baguia merupakan salah satu jalan yang ada di distrik (Kabupaten) Baucau Timor – Leste. Sub Distrik (Kecamatan) Laga - Baguia mempunyai Panjang jalan menurut kondisi jalan sepanjang 38 km. Kodisi eksisting jalan yang sudah melebihi kapasitas arus lalu lintas dan kodisi lapis kerusakan yang banyak terdapat seperti lubang dan pengelupasan permukaan jalan yang sangat mempengaruhi tingkat pelayanan jalan.

Data yang digunakan dalam perencanaan peningkatan kapasitas ruas jalan adalah data sekunder yaitu data peta jaringan jalan, kordinat lokasi, CBR, LHR. dan RAB. Metode yang digunakan yaitu Pedoman Geometrik Jalan Bina marga tahun 2021, manual desain Perkerasan (MDP) Tahun 2017 dan perhitungan rencana anggaran biaya mengacu pada harga satuan pekerjaan Timor-Leste tahun 2021-2022. dan menggunakan acuan AHSP tahun 2022.

Hasil perhitungan Perencanaan peningkatan kapasitas ruas jalan Laga – Baguia dengan lebar jalan 6 meter dimana V20 sebesar 0.75 dengan Rasio Q/C = 0.45-0.75 dan panjang jalan 3000 m, dengan Kedalaian medan rata-rata 19,34 % . Maka termasuk jenis medan perbukitan . Pada ruas jalan Laga-Bagua dicoba 3 Alternatif sudah memenuhi faktor Ekonomi, keamanan dan kenyamanan sehingga dipilih alternatif 2 dan didapatkan lengkung horizontal dengan jumlah PI sebanyak 8 buah tikungan *Full – Circle (F-C)* dan 6 buah tikungan *Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)* dan lengkung cembung sebanyak 4, dan cekung sebanyak 2. Dan untuk galian $53,637,59 m^3$ Dengan harga satuan Dolar USD. 149,434 Sedangkan Volume Timbunan adalah $48,240,06 m^3$ Dengan harga satuan Dolar USD. 249,787 didapatkan jumlah total harga pekerjaan = USD. 399,221 Dolar. Tebal perkerasan lentur dengan umur rencana 20 tahun menunjukkan bahwa pada jalan baru (pelebaran) 1 m (0.5 x 2 kiri kanan) yaitu : AC-WC = 40 mm, AC-BC = 60 mm, AC-Base = 80 mm, LFA = 300 mm LFB = 100 mm. pada perkerasan eksisting perlu penambahan tebal lapis jalan (Overlay) dengan lebar jalan 5 m dengan lapis tambah AC-WC = 40 mm, AC-BC = 60 mm, AC-Base 80 mm. total keseluruhan biaya konstruksi sebesar dolar 1.451.130 (Satu juta empat ratus lima puluh satu ribu seratus tiga puluh dolar) di konversi ke rupiah sebesar RP. 2.031.582.000 (Dua miliar tiga puluh satu juta lima ratus delapan puluh dua ribuan rupiah)

Kata kunci : Volume Kapasitas Jalan, Geometrik jalan, Perkerasan Lentur, Rencana Anggaran Biaya.

1. PENDAHULUAN

Timor leste merupakan negara kecil yang mempunyai luas (14.609, 38 km²), yang terdiri dari 13 distrik diantaranya distrik aileu, ainaro, baucau, bobonaro, covalima, dili, ermera, lautem, liquica, manatuto, manufahi, oecusse, amben u dan viqueque. Dari 13 distrik ini, distrik dili dijadikan sebagai ibu kota negara timor leste karena merupakan wilayah terluas sekitar 372 km² yang dikelilingi oleh pegunungan dan pesisir pantai, selain itu juga terdapat 2 pulau kecil diantaranya, pulau atauro seluas 140,62 km² dan pulau jaco seluas 11,25 km².

Jalan Laga – Baguia merupakan salah satu jalan yang ada di distrik Baucau Timor - Leste dengan status jalan berdasarkan fungsinya adalah jalan lokal primer yang menghubungkan antara sub distrik (Sub distrik Laga dan Sub Distrik Baguia). Sesuai dengan peraturan jalan yang menujuk pada Undang-Undang Republik Indonesia nomor 38 tahun 2004

Tentang jalan, Menyebutkan bahwa fungsi jalan lokal primer dengan lebar Perkerasan 8 meter, lebar bahu jalan 1,5 meter dengan muatan sumbu kendaraan 8 ton Sementara ruas jalan pada daerah Studi (ruas jalan 5 meter). Dari hasil penyatuan visual, Lapisan tidak sesuai dengan fungsi jalan lokal primer yang di syatkan pada Undang–Undang RI tentang jalan Berdasarkan Uraian di atas yang menjadi Latar belakang permasalahan di daerah Studi kajian, Adalah Geometrik dan Struktur Perkerasan jalan yang lama tidak memenuhi Syarat sebagai jalan lokal primer, salah satu penyebab jalan tersebut ditingkatkan karna banyak aktifitas lalu lintas membuat jalan tersebut macet, yang dikarenakan dimensi jalan yang terlalu kecil atas dasar permasalahan tersebut, maka kemudian diangkat tugas akhir dengan judul studi perencanaan peningkatan kapasitas ruas jalan laga-baguia distrik baucau republik demokratik timor-leste.

Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang diatas maka daoot dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Berapa Jenis dan jumlah lengkung Horizontal dan Lengkung Vertikal pada perencanaan Geometrik di ruas Jalan Laga - Baguia agar mendapatkan Standar fungsi kelas jalan Sub Distrik.

2. Berapa Tebal Perencanaan perkerasan Lentur jalan pada ruas Laga – Baguia.
3. Berapa besar Rencana Anggaran Biaya untuk Perkerasan Jalan Laga – Baguia ?

Tujuan Studi

Studi ini bertujuan untuk mengetahui rencana geometrik jalan yang meliputi aspek perencanaan jalan, perencanaan alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal dan perencanan perkerasan lentur pada ruas jalan Laga – Baguia.

Manfaat Studi

1. Bagi Penyusun, Studi ini berguna untuk menambah wawasan Penyusun dibidang Transportasi, khususnya tentang perencanaan geometrik jalan raya
2. Dapat mengetahui Proses perencanaan Geometrik ruas jalan sebagian Laga - Baguia strata 1 (S-1).

2. LANDASAN TEORI

Klasifikasi jalan

Klasifikasi Berdasarkan Fungsi Jalan.

Klasifikasi Fungsi jalan nasional di Indonesia berdasarkan Peraturan Pemerintah. No.34/2006 adalah :

1. Jalan arteri primer adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien
2. Jalan kolektor primer merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi
3. Jalan Lokal Primer menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan Lingkungan, antar pusat kegiatan lokal.

Klasifikasi jalan Menurut Kelas.

Kelas jalan diatur dalam Undang- Undang Nomor 22 tahun 2009 Lalu lintas dan Angkutan Jalan. Jalan dikelompokan dalam beberapa kelas.

1. Jalan Kelas I

Jalan Kelas I adalah jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.55 m, Ukuran Panjang tidak melebihi 18 m, Ukuran paling tinggi 4,2 m dan muatan sumbu terberat 10 ton.

2. Jalan Kelas II

Jalan Kelas II adalah jalan Arteri, Kolektor, Lokal dan Lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,55 m, Ukuran Panjang tidak melebihi 12 m, Ukuran paling tinggi 4,2 m dan muatan sumbu terberat 8 ton

3. Jalan arteri kolektor primer dengan ukuran kendaraan tidak melebihi 2.2 m, Ukuran panjang tidak melebihi 9 m ukurang paling. tinggi 43,5 m dengan sumbu berat 8 ton.

Tabel 2.3 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Berat (Ton)
Arteri	I	>10
	II	10
	III	8
Kolektor	III	8
	III	8
Lokal	III	8

Sumber: Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

Perencanaan Geometrik Jalan

Perencanaan Geometrik jalan adalah menghasilkan infranstruktur yang aman, efisien pelayanan arus lalu lintas an memaksilmankan ratio tingkat penggunaan/biaya pelaksanaan (Sukirman,1999).

Kriteria Perencanaan Geometrik Jalan.

Parameter Perencanaan Geometrik Jalan

Beberapa parameter perencanaan geometrik dari unsur karakteristik kendaraan antara lain :

1. Dimensi kendaraan Rencana
2. Volume Lalu Lintas Harian
3. Kecepatan Rencana (Vr)

Tabel 2. 4 Dimensi Kendaraan Rencana

Kategori Kend. Rencana	Dimensi Kend. (cm)			Tonjolan (cm)	
	T	L	P	Depan	Belakang
Kend. Kecil	130	210	580	90	150
Kend. Sedang	410	260	1210	210	240
Kend. Besar	410	260	210	120	90

Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997

Tabel 2.6 Kecepatan Rencana

Fungsi	Kecepatan Rencana, Vr (Km/jam)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70-120	60-80	40-70
Kolektor	60-90	50-60	30-50
Lokal	40-70	30-50	20-30

Alinyemen Horizontal

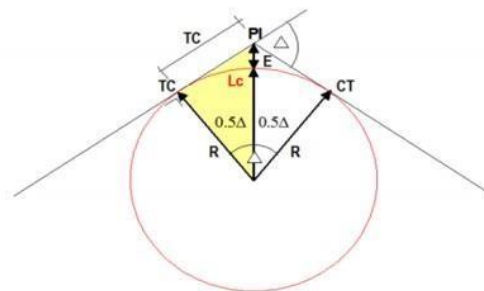
Panjang Bagian Lurus

Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan, ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak lebih dari 2,5 menit (sesuai Vr).

Jenis-Jenis Tikungan

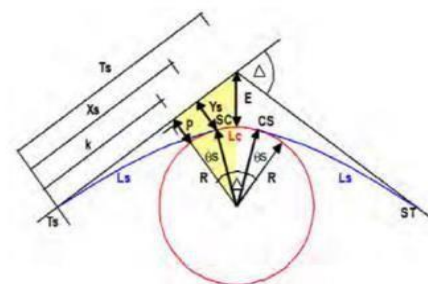
Bentuk Lengkung/tikungan

- Full Circle (Fc)
- Spiral – Circle -Spiral (SCS) diperlihatkan pada Gambar 2.2 dan 2.3



Sumber: Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021

Gambar 2.2 Lengkung Full Circle (FC)



Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan 2021)

Gambar 2.3 Lengkung Spiral-Circle Spiral (SCS)

Kemiringan Tikungan (superelevasi)

Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan VR. Nilai Superelevasi maksimum ditetapkan 10 %

Lengkung Peralihan (LS)

Lengkung peralihan dibuat untuk menghindari terjadinya perubahan alinyemen yang tiba-tiba dari bentuk lurus ke bentuk lingkaran, jadi diletakkan antara bagian lurus dan bagian lingkaran

(circle) Rumus : $L = \frac{vd}{3,6} T$

Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertical adalah perpotongan bidang vertical yang melalui sumbu jalan atau proyeksi tegak lurus bidang gambar. Profil ini menggambarkan tinggi rendahnya jalan terhadap keadaan muka tanah asli,

1. Landai Maksimum

Tabel 2.10 Kedalaian Maksimum yang diizinkan

Vr (Km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	<40
Keladaian Max.(m)	3	3	4	5	8	9	10	10

Sumber TCPGAK, NO. 038/T/BM/1997/ hal 36

2. Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal direncanakan untuk mengubah secara bertahap perubahan dari 2 macam kelandaian arah memanjang jalan pada setiap lokasi yang diperlukan. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi

guncangan akibat perubahan kelandaian dan menyediakan jarak pandang henti Jenis lengkung Vertikal :

- Lengkung Vertikal Cekung Lengkung vertikal cekung yaitu bila titik perpotongan antara dua tangen (PPV) berada di bawah permukaan jalan-
- Lengkung Vertikal Cembung Lengkung vertikal cembung yaitu bila titik perpotongan antara dua tangen (PPV) berada dipermukaan jalan atau diatas permukaan jalan.

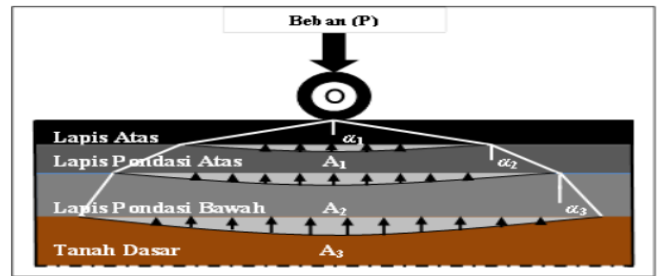
Tabel 2. 12 Panjang Minimum Lengkung Vertikal (m)

Kecepatan Rencana	Perbedaan Kelandaian %	Panjang Lengkung
<40	1	20-30
40-60	0,6	40-80
>60	0,4	80-150

Sumber : TCPGAK, No. 038/T/BM/1997

Konstruksi Perkerasan Jalan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberi pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanan diharapkan tidak terjadi kerusakan, Agregat yang dipakai antara lain adalah batu pecah, batu belah, batu kali dan hasil samping peleburan baja. Sedangkan bahan ikat yang dipakai antara lain adalah aspal, semen dan tanah liat



1. Jenis Struktur Perkerasan yang diterapkan dalam desain struktur perkerasan baru terdiri atas :

- Struktur Perkerasan pada permukaan tanah asli
- Struktur perkerasan pada timbunan
- Struktur perkerasan galian.



(Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017)

Gambar 2.6 Struktur Perkerasan Lentur (Lalu Lintas Berat) pada Timbunan dan Galian

Galian dan Timbunan

1. Umum

Dalam merencanakan suatu ruas jalan raya diusahakan agar pada pekerjaan tanah dasar volume galian seimbang dengan volume timbunan. Hal ini bertujuan agar jumlah kebutuhan tanah timbunan dapat dipenuhi oleh tanah dari hasil galian yang ada dilokasi tersebut

2. Metode

Berdasarkan buku Rekayasa Jalan, Sulaksono (2001), metode perhitungan volume galian-timbunan yang digunakan adalah *Average End Area Method*. Dengan metode ini, ditentukan luas galian dan timbunan pada penampang-penampang melintang berjarak 25-50 meter.

3. Mass Diagram

Berdasarkan buku Rekayasa Jalan, Sulaksono (2001), suatu mass diagram berupa suatu lengkungan yang menunjukkan penjumlahan aljabar dari Volume galian dan timbunan, mulai dari suatu station tertentu sampai station berikutnya. Sebelum menggambar lengkungan volume, sebaiknya disusun terlebih dahulu dalam tabel, penjumlahan dari galian (+) dan timbunan (-). Skala dari ordinat disesuaikan dengan volume dalam m³, misalnya 1 cm = 100 m³.

Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Untuk menentukan besarnya biaya yang diperlukan terlebih dahulu harus diketahui volume dari pekerjaan yang direncanakan. Pada umumnya pembuat jalan tidak lepas dari galian dan timbunan.

Selain mencari volume galian dan timbunan juga diperlukan untuk mencari volume dari pekerjaan lainnya, yaitu

1. Volume galian

a. Pekerjaan Persiapan

- Peninjauan lokasi
- Pengukuran dan pemasangan patok
- Pembersihan lokasi dan persiapan alat dan bahan untuk pekerjaan
- Pembuatan bouwplank

b. Pekerjaan tanah

- Galian tanah
- Timbunan tanah

c. Pekerjaan perkerasan

- Lapis permukaan (*Surface course*)
- Lapis pondasi atas (*base course*)
- Lapis pondasi bawah (*subbase course*)
- Lapis tanah dasar (*subgrade*)

3. METODOLOGI STUDI

Sub Distrik Laga – Baguia merupakan salah satu Sub Distrik di Distrik Baucau Timor Leste, Sub Distrik Laga – Baguia berbatasan secara langsung dengan Distrik Lautem di sebelah timur dan Distrik manatutu di sebelah barat. Peta Lokasi Sub Distrik Laga memiliki luas daerah 191,99 km² dan Sub Distrik Baguia memiliki Luas daerah mencapai 213,99 km², Baguia mempunyai gunung yang tertinggi di Distrik Baucau. Menurut Badan Pusat Statistik Sub Distrik Laga - Baguia mempunyai Panjang jalan raya Laga ke Baguia menurut kondisi jalan sepanjang 40 km.



Tahapan Perencanaan

- Tahap Studi Literatur
- Tahap Pengumpulan Data
- Perencanaan Geometrik Jalan

Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Perencanaan konstruksi lapisan perkerasan lentur disini untuk jalan baru dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (2017).yaitu :

- CBR
- Umur Recana
- Lalu lintas Harian Rata – Rata
- Kondisi Tanah Dasar
- Beban Sumbu Standar Komulatif
- Pemilihan Struktur Perkerasan.
- Jenis Lapis Perkerasan
- Spesifikasi Campuran beraspal panas
- Syarat LFB
- Syarat LFA

Rencana Anggaran Biaya

Menghitung rencana Anggaran Biaya meliputi :

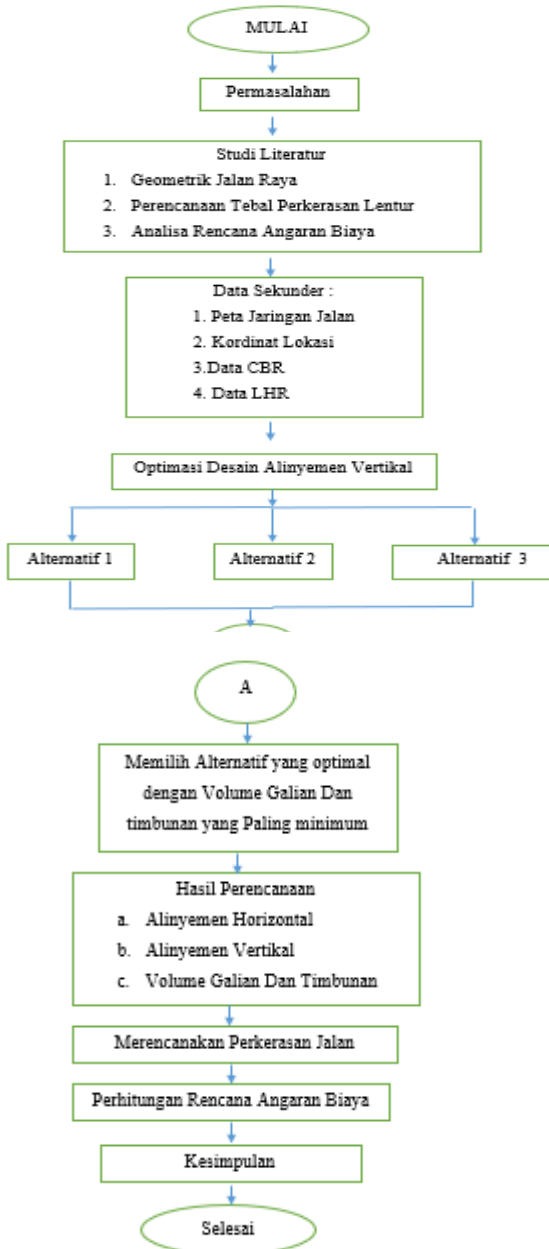
1. Volume galian
 - a. Pekerjaan Persiapan

- Peninjauan lokasi
 - Pengukuran dan pemasangan patok
 - Pembersihan lokasi dan persiapan alat dan bahan untuk pekerjaan
 - Pembuatan bouwplank
- b. Pekerjaan tanah
 - Galian tanah
 - Timbunan tanah
 - c. Pekerjaan perkerasan
 - Lapis permukaan (*Surface course*)
 - Lapis pondasi atas (*base course*)
 - Lapis pondasi bawah (*subbase course*)
 - Lapis tanah dasar (*subgrade*) metode

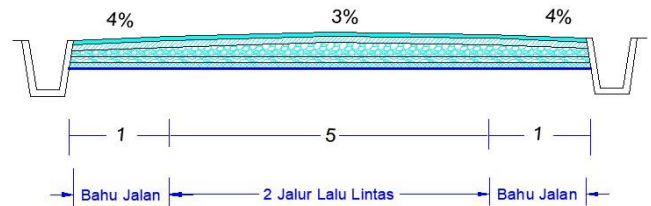
Perencanaan Geometrik Jalan Dengan Program Autocad Civil 3D

Dalam Perencanaan Geometrik jalan dengan menggunakan Autocad Civil 3D dibutuhkan data pengukuran yang dilakukan di lapangan. Data dalam bentuk excel tersebut kemudian dikonversi ke dalam format txt (*text document*) menggunakan *Software notepad*. Dalam format txt (text document) menggunakan *software notepad*

Bagan Alir Optimasi Perencanaan Peningkatan Kapasitas Ruas Jalan Laga-Bagua Sta 0+000 – 3+000 Distrik Baucau Republik Demokratik Timor-Leste



- Bahu Jalan : 2 x 1 Meter
- Lebar Jalur lalu Lintas : 2 x 2.5 Meter
- Kemiringan Perkerasan : 3 %
- Kemiringan Bahu Jalan : 4 %



Analisa Terkait Peningkatang Kapasitas Untuk Memenuhi Kinerja Sebagai Jalan Sub-Distrik

Tujuan dari Analisis Kapasitas Jalan adalah Untuk mengetahui ruas jalan untuk menampung arus atau volume lalu lintas yang ideal dalam satuan waktu tertentu.

Kapasitas Dasar	Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk lebar jalur lalu lintas	Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisahan arah	Faktor penyesuaian Kapasitas untuk Hambatan samping	Kapasitas (skr/jam)	Volume Lalu Lintas (skr/jam)	VCR
(smp) C ₀	F _{cw}	F _{cpa}	F _{chs}	C	Q	0,73
3000	0,69	1	0,95	1967	1432	

Dimana $VCR = \frac{Q}{C}$ hasil analisis dan didapatkan nilai sebesar 0,73

4. Hasil Dan Pembahasan Studi Lokasi Jalan

Dalam Perencanaan Peningkatan Ruas Jalan Laga-Baguaia adapun Data-data Jalan lama yang harus diketahui.

1. Status Jalan : Jalan Sub Distrik
2. Fungsi Jalan : Jalan Lokal Primer
3. Medan Jalan : Perbukitan
4. Potongan Melintang :
 - Badan Jalan : 5.00 Meter

1. Mencari nilai derajat kejenuhan pada 20 tahun yang akan datang, Data pertumbuhan kendaraan yang diambil dari badang pusat statistik Timor-Leste menurut jenis kendaraan (unit) seperti mobil pribadi/penumpang, bus truck dan sepeda motor, kemudian di jumlahkan dan didapatkan hasil pada tahun 2016 = 1296 kend/unit dan tahun 2021 = 1403 kend/unit, Untuk mendapatkan pertumbuhan kendaraan dihitung dengan rumus: pertumbuhan kendaraan 20 tahun = (nilai akhir – nilai

awal/nilai 100^n) hasil analisis Volume kendaraan sebesar 1946.

Pertumbuhan Kendaraan 2016-2021

Jenis Kendaraan	2016	2021	pertumbuhan 5 tahun	Pertumbuhan Per tahun	Pertumbuhan %	Volume Kendaraan Tahun 2021
Motor	846	912	66	13,2	1,56	1243
Bus	43	49	6	1,2	2,79	85
Truck	39	44	5	1	2,56	73
Mobil Pribadi/ Penumpang	368	398	30	6	1,63	550
Total Kendaraan	1296	1403	107	21,4	1,65	1946

- **Pertumbuhan Kendaraan Motor :**

Jadi diketahui $V_0 = 912$

$$I = 1,56 \%$$

$$n = 20 \text{ tahun}$$

Jawab : $V_t = V_0 \times (1+i)^n$

$$V_{20} = 912 \times (1+1,56\%)^{20}$$

$$V_{20} = 1243$$

- **Pertumbuhan Kendaraan Bus :**

Jadi diketahui $V_0 = 49$

$$I = 2,79 \%$$

$$N = 20 \text{ tahun}$$

Jawab : $V_t = V_0 \times (1+i)^n$

$$V_{20} = 49 \times (1+2,79\%)^{20}$$

$$V_{20} = 85$$

- **Pertumbuhan Kendaraan Truck :**

Jadi diketahui $V_0 = 44$

$$I = 2,56 \%$$

$$N = 20 \text{ tahun}$$

Jawab : $V_t = V_0 \times (1+i)^n$

$$V_{20} = 44 \times (1+2,56\%)^{20}$$

$$V_{20} = 73$$

- **Pertumbuhan Kendaraan Mobil**

Pribadi/ Penumpang :

Jadi diketahui $V_0 = 398$

$$I = 1,63 \%$$

$$N = 20 \text{ tahun}$$

Jawab : $V_t = V_0 \times (1+i)^n$

$$V_{20} = 398 \times (1+1,63\%)^{20}$$

$$V_{20} = 550$$

- **Pertumbuhan Kendaraan nilai rata-rata :**

Jadi diketahui $V_0 = 1403$

$$I = 1,65 \%$$

$$n = 20 \text{ tahun}$$

Jawab : $V_t = V_0 \times (1+i)^n$

$$V_{20} = 1403 \times (1+1,65\%)^{20}$$

$$V_{20} = 1946$$

Jadi dari hasil survey lalu lintas di atas didapatkan Pertumbuhan kendaraan nilai rata-rata sebesar 1403 dan untuk perkiraan 20 tahun kedepan yang akan datang didapatkan Volume Kendaraan (V_{20}) sebesar 1946. kendaraan

Menurut PP no 34 tahun 2006 Terkait dengan tingkat pelayanan ruas jalan pada sistem jaringan jalan primer Sesuai fungsinya Untuk Jalan lokal primer dengan kondisi :

Kapasitas Dasar	Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk lebar jalur lalu lintas	Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisahan arah	Faktor penyesuaian Kapasitas untuk Hambatan samping	Kapasitas (skri/jam)	Volume Lalu Lintas (smp/jam)	VCR
(smp) Co	Fcw	Fcpa	Fchs	C	Q	0,53
3000	0,91	1	0,95	2594	1379	

Dimana $D_j = \frac{Q}{C}$ hasil Analisa dan didapatkan nilai sebesar 0,53

- Mencari nilai derajat Kejenuhan pada 20 tahun yang akan datang. Data Pertumbuhan Kendaraan diambil dari badang pusat Statistik Timor-Leste, Menurut jenis kendaraan (unit) Dari tahun 2021-2041 = 1946

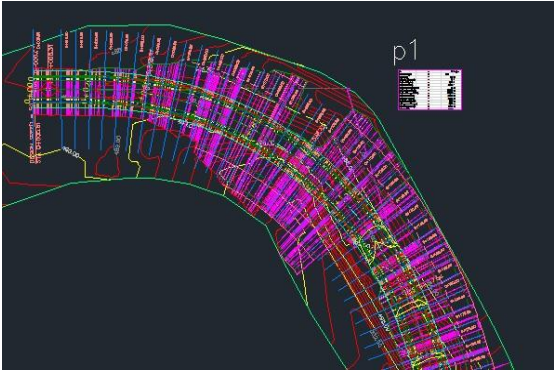
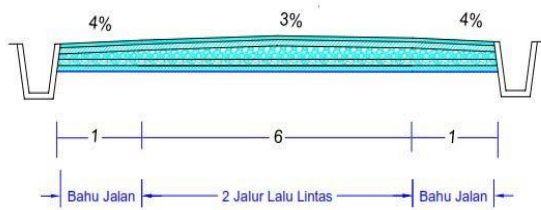
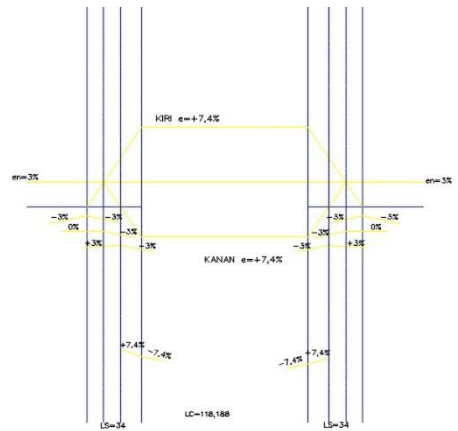
Jadi diketahui $D_j = \frac{Q}{C}$

$$\text{Jawab : } = \frac{1946}{2594}$$

$$= 0,75$$

Jadi dari hasil survey Lalu lintas di atas didapatkan derajat Kejuhan (VCR) Sebesar 0,53 Dan untuk perkiraan 20 tahun yang akan datang didapatkan derajat kejuhan (V20) Sebesar 0.75 Untuk rasio Q/C = 0,45 - 0,75 Dengan tingkat pelayanan (C)

Perencanaan jalan Baru (Sesuai dengan peraturan Bina Marga 2021)



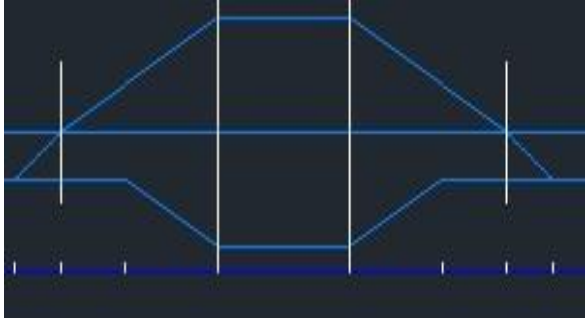
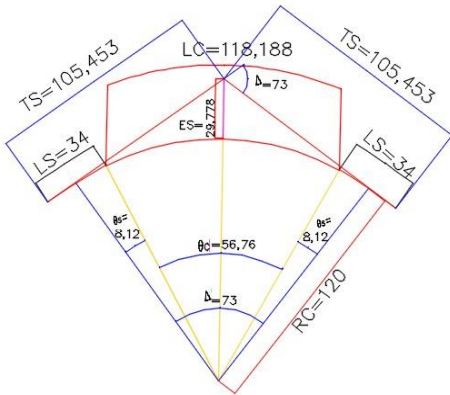
Perhitungan jari-Jari tikungan (R) 1

Untuk mencegah terjadinya kecelakaan, maka untuk kecepatan dapat ditentukan jari-jari tikungan rencana (Rc) dengan memperhitungkan jari-jari minimum tikungan (R min) untuk superelevasi maksimum (e max) dan koefisien gesekan maksimum (f max)

Perhitungan panjang Lengkung peralihan (superelevation)

Selain menggunakan tabel 5-23 s.d tabel 5-40, dapat dihitung pula menggunakan persamaan (14) Untuk parameter-parameter yang belum tersedia dalam tabel.

$$L_s = \frac{wn1.ed}{\Delta}(bw)$$



Perhitungan Jari-jari (R) 2

Untuk mencegah terjadinya kecelakaan maka untuk itu kecepatan memperhitungkan jari-jari minimum untuk superelevasi maksimum (e max)

Rekapitulasi Komponen Alinyemen Horizontal Alternatif 1

Berikut adalah Tabel Rekapitulasi Komponen Alinyemen Alternatif 1 :

Tabel Rekapitulasi Analisa Komponen Alinyemen Horizontal Alternatif 1

Komponen Tikungan	Tikungan 2	Tikungan 9	Tikungan 5	Tikungan 6	Tikungan 11
Tipe Tikungan	FULL CIRCLE				
Vr (Kecepatan Rencana)	50 km/jam	20 km/jam	30 km/jam	20 km/jam	20 km/jam
Δ (Sudut Tikungan)	97	29	60	48	68
Rc (Jari-jari rencana)	175 m	80 m	90 m	80 m	60 m
e (Superelevasi)	6,7 %	3,2 %	5,2 %	3,2 %	4,0 %
Tc (Jarak Tangen PI - TC)	198,21 m	20,58 m	51,84 m	35,50 m	40,16 m
Lc (Panjang Injakan)	296,57 m	40,29 m	94,05 m	66,82 m	70,77 m
Ec (Jarak PI - Busur)	89,41 m	2,61 m	13,86 m	7,52 m	12,20 m
Start - End Stationing	0+193.45 m/sid 0+307.04 m	2+193.35 m/sid 2+306.38 m	0+972.65 m/sid 1+029.81 m	1+051.60 m/sid 1+085.89 m	2+670.32 m/sid 2+708.47 m
Letak Stationing	TC : 0+193.45 m CT : 0+307.04 m	TC : 2+193.35 m CT CT : 2+306.38 m	TC : 0+972.65 m CT CT : 1+029.81 m	TC : 1+051.60 m CT CT : 1+085.89 m	TC : 2+670.32 m CT CT : 2+708.47 m

Komponen Tikungan	Tikungan 1	Tikungan 4	Tikungan 3	Tikungan 10	Tikungan 8
Tipe Tikungan	SPIRAL CIRCLE SPIRAL				
Vr (Kecepatan Rencana)	50 km/jam	50 km/jam	50 km/jam	20 km/jam	40 km/jam
R (Radius)	120 m	120 m	100 m	50 m	100 m
Δ (Sudut Tikungan)	73	28	106	66	48
e (Superelevasi)	7,4 %	7,4 %	7,8 %	4,6 %	6,5 %
Rs (Sudut Spiral)	8,114	8,114	10,309	10,309	8,018
Rs (Sudut Circle)	56,458	12,239	85,330	44,929	31,876
Ls (Lengkung Peralihan)	34 m	34 m	36 m	18 m	28 m
Lc (Lengkung Circle)	118,292 m	25,644 m	148,988 m	39,224 m	55,657 m
Ts (Jarak Tangen PI-TS)	105,579 m	47,537 m	151,290 m	41,360 m	58,574 m
Es (Jarak PI-Busur)	29,480 m	4,217 m	66,970 m	9,791 m	9,787 m
Xs (Absis Titik SC)	33,932 m	33,932 m	35,883 m	17,942 m	27,945 m
Ys (Ordinat Titik SC)	1,606 m	1,606 m	2,160 m	1,080 m	1,307 m
p (Pergeseran Tangen)	0,404 m	0,404 m	0,546 m	0,273 m	0,329 m
k (Absis titik SC)	16,995 m	16,995 m	17,988 m	8,994 m	13,996 m
Ltot (Lengkung Total)	186,292 m	93,644 m	220,988 m	75,224 m	111,657 m
Start - End Stationing	0+011.47 m/sid 0+173.71 m	0+683.91 m/sid 0+771.14 m	0+362.85 m/sid 0+559.66 m	2+452.85 m/sid 2+570.73 m	1+592.78 m/sid 1+704.41 m
Letak Stationing	TS : 0+011.47 m SC : 0+023.47 m CS : 0+161.71 m ST : 0+173.71 m	TS : 0+683.91 m SC : 0+713.91 m CS : 0+741.14 m ST : 0+771.14 m	TS : 0+362.85 m SC : 0+425.85 m CS : 0+496.66 m ST : 0+559.66 m	TS : 2+452.85 m SC : 2+470.85 m CS : 2+552.73 m ST : 2+570.73 m	TS : 1+592.78 m SC : 1+620.78 m CS : 1+676.41 m ST : 1+704.41 m

Perencanaan Alinyemen Vertikal 1

Perencanaan Alinyemen Vertikal meliputi Alinyemen Vertikal Cekung dan Alinyemen Vertikal Cembung. Pada Tugas Akhir ini menggunakan Jarak Pandang Henti (JPH) dan Jarak Pandang Mendahului (JPM)

Perencanaan Jarak Pandang Kendaraan

Dalam perencanaan jalan ini akan ditentukan jarak pandang kendaraan agar pengguna jalan merasa aman dan nyaman dalam berkendara. Untuk jalan Rencana jarak pandang yang ditinjau adalah jarak pandang henti (JPH) dengan Desain Kecepatan 50 km/jam diperoleh jarak pandang Henti (JPH) minimum sebesar 56.74 m. dan Jarak Pandang Mendahului (JPM) dengan Desain kecepatan

50 km/jam diperoleh Jarak Pandang

Mendahului (JPM) minimum sebesar 294.48 m.

Kelandaian Rencana dan Tipe Lengkung Cembung.

Berikut ini adalah contoh menghitung kelandaian rencana dari PVI Menentukan gradien 1 dan gradien 2 dari program bantu AutoCAD Civil 3D.

$$g1 = 1.94 \%$$

$$g2 = 3.21 \%$$

Menentukan perbedaan landai Aljabar (A)

$$A = g1 - g2 = 1.94 - (3.21) = 1.27\%$$

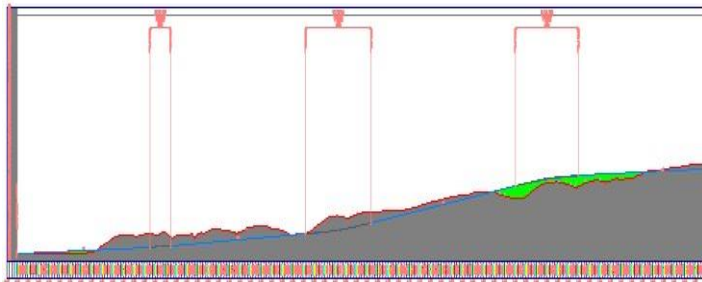
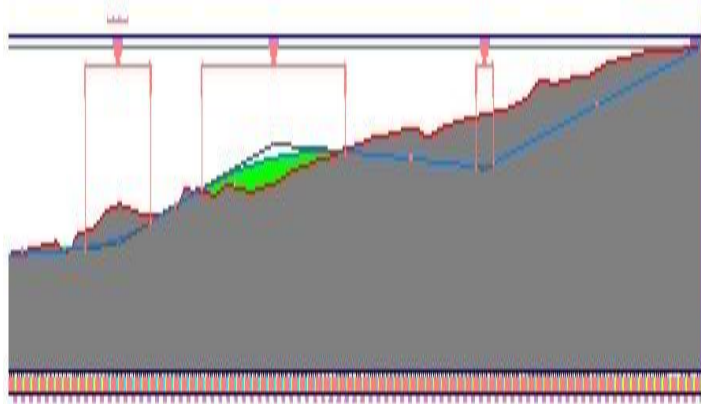
Karena nilai $A = 1.27 \% > 0 \%$, maka lengkung terjadi merupakan lengkung Cembung.

Desain Alinyemen Vertikal

Dari Penggambaran AutoCAD Civil 3D, Pada Alternatif 1 ini diperoleh 3 Kurva Vertikal Cembung dan 3 Kurva Vertikal Cekung dengan nilai Landai Negatif (Turunan) sebesar 6,28 % dan landai Positif (tanjakan) sebesar 13,42%, serta jarak pandang dan henti dan jarak pandang mendahului pada Lengkung Vertikal telah memenuhi syarat. Adapun hasil dari Desain Alinyemen Vertikal alternatif 1 adalah sebagai berikut

Informasi	Kurva 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4
Tipe Kurva	Cembung (Crest)	Cekung (Sag)	Cembung (Crest)	Cekung (Sag)
Landai Awal (%)	1,94	3,21	-6,28	0,69
Landai Akhir (%)	3,21	-6,28	0,69	13,42
A (Perbedaan aljabar landai)	1,28	9,49	6,96	12,73
Nilai K	30,11	13,20	17,31	13,01
Nilai K Minimum	30	13	17	13
Panjang Kurva (m)	39	123	119	166
Elev. PLV (m)	+494,20	+504,99	+467,07	+553,00
Elev. PPV (m)	+493,82	+503,02	+470,81	+552,43
Elev. PTV (m)	+494,83	+501,13	+467,48	+564,14
STA. PLV (m)	0+270,00	0+606,40	1+211,80	1+460,00
STA. PPV (m)	0+250,50	0+544,90	1+152,30	1+377,00
STA. PTV (m)	0+289,50	0+667,90	1+271,30	1+543,00

Informasi	Kurva 5	Kurva 6
Tipe Kurva	Cembung (Crest)	Cekung (Sag)
Landai Awal (%)	13,42	-2,43
Landai Akhir (%)	-2,43	11,87
A (Perbedaan aljabar landai)	15,85	14,30
Nilai K	23,01	3,12
Nilai K Minimu	23	3
Panjang Kurva (m)	56	44
Elev. PLV (m)	+605,52	+593,00
Elev. PPV (m)	+601,76	+593,54
Elev. PTV (m)	+604,84	+595,62
STA. PLV (m)	1+854,94	2+390,00
STA. PPV (m)	1+826,94	2+368,00
STA. PTV (m)	1+882,94	2+412,00



Analisa Pekerjaan Galian tanah Perhitungan Volume Tanah

Perhitungan Volume tanah pada pekerjaan galian dan timbunan, biasa dilakukan dengan metode *Double End Area* (Luas Ujung Rangkap) yaitu dengan mengambil rata-rata luas kedua ujung penampang dari Sta $i + 1$ dan Sta. I kemudian dikalikan jarak kedua station. Berikut adalah Langkah-langkah Perhitungan volume galian dan timbunan *metode Double End Area* :

- Menentukan jarak antar stasioning : Jarak =
Stasioning $i + 1$ – Stasioning i
- Menentukan Volume galian dan timbunan

Volume galian Dan Timbunan Desain Alternatif 1.

Contoh Perhitungan :

Volume Galian Tanah Sta. 0+005.31

$$\begin{aligned} \text{Jarak} &= \text{Stasioning } i + 1 - \text{Stasioning } i \\ &= 005.31 \text{ m} - 010 \text{ m} \\ &= 4.69 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{\text{Luas Area 1} + \text{Luas Area 2}}{2} \times \text{Jarak} \\ &= \frac{0.27 + 0.10}{2} \times 4.69 \text{ m} \\ &= 0.86 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2) Volume Timbunan Tanah STA 0+005,31

$$\text{Jarak} = \text{Stasioning } i + 1 - \text{Stasioning } i$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak} &= \text{Stasioning } i + 1 - \text{Stasioning } i \\ &= 005.31 \text{ m} - 010 \text{ m} \\ &= 4.69 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{\text{Luas Area 1} + \text{Luas Area 2}}{2} \times \text{Jarak} \\ &= \frac{0 + 0.05}{2} \times 4,69 \text{ m} \\ &= 0.13 \text{ m} \end{aligned}$$

Volume galian dan timbunan jalan rencana

$$\begin{aligned} \text{Volume galian} &= 111.003.61 \text{ m}^3 \\ \text{Volume timbunan} &= 104.778.97 \text{ m}^3 \\ \text{Selisih Volume} &= 6.224.64 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Perencanaan Perkerasaan Lentur Gambaran Umum Lokasi studi

Ruas Jalan Laga- Baguia merupakan trase jalan yang ditingkatkan dari Jalan Sub Distrik menjadi Strategis Distrik dengan tipe jalur 2 lajur, 2 arah. Lebar badan jalan 6 m. sesuai pada Analisis Peningkatan Kapasitas Kinerja Jalan dan Lampiran Peraturan PM 96 Tahun 2015 terkait dengan tingkat pelayanan ruas jalan pada system jaringan jalan Lokal Primer yang sesuai dengan Fungsinya

Penetapan Kriteria teknis Jalan

Dalam menetapkan Kriteria jalan mengacu pada Peraturan Bina Marga 2021 dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 19/PRT/M/2017 tentang persyaratan teknis

Jalan dan kriteria peencanaan teknis jalan dengan demikian untuk perencanaan perkerasan jalan laga-Baguaia ditetapkan sebagai berikut :

- Fungsi Jalan : Jalan Lokal Primer
- Status Jalan : Jalan Sub-Distrik
- Kelas Jalan : Kelas III
- Tipe Jalan : 1 Jalur, 2 Lajur, 2 Arah
- . Lebar Lajur Lalu Lintas : 2 x 3 Meter
- Lebar bahu Jalan : 2 x 1 Meter
- Kemiringan Perkerasan : 3% (Bina Marga 2021)
- Kemiringan Bahu Jalan : 4% (Bina Marga 2021)
- Umur Rencana : 20 Tahun
- Estimasi Pajan Jalan : 3 km
- Tipe Alinyemen : Perbukitan

Analisa Perkerasan

Data Lalu lintas jalan Laga Baguia Dari PT ADN yang dilakukan selama 3 Hari(24 jam/hari) dari tanggal 15, 17, S/d 19 juni 2020, Untuk pertumbuhan lalu lintas didapatkan dari badan pusat statistik Timor-Leste selama 5 tahun terakhir yaitu dari tahun 2018-2022

Untuk Distrik Baucau.

1. Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Timur, Lalu Lintas Harian rata-rata 5 tahun terakhir di Sub Distrik Laga Baguia mulai dari 2020-2021 adalah 1.1% untuk masa konstruksi dan 2020-2025 adalah 3,3 %

GOLONGAN	2018	2019	2020	2021	2022
MOBIL PENUMPAN	1467	1551	1667	1740	1844
BUS	45	47	47	48	49
TRUK	2615	2927	3191	3339	3551
SEPEDA MOTOR	17125	18156	19290	21702	22676
RATA-RATA	21252	22681	24195	26829	28120

Faktor Distribusi Laju dan Faktor

Distribusi Arah

Jumlah lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi)
1	100
2	80
3	60
4	50

Gol Kendaraan	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (smp/jam)					
		15 06 2020	17 06 2020	19 06 2020	LHR rata-rata 2020	LHR rata-rata 2021	LHR rata-rata 2025
1	Sepeda Motor	363	358	347	356	360	433
2	Mobil Penumpang	251	276	253	263	266	320
3	Mobil Pribadi	269	267	251	262	265	319
5B	Bus Besar	214	189	161	188	191	229
6B	Truk 2 As Ringan	150	145	115	137	139	167
7A2	Truk 3 As Berat	110	101	80	97	99	118
7C1	Truk 4 As Berat	0	0	0	0	0	0
7C2A	Truk 5 As	0	0	0	0	0	0
7C2B	Truk 5 As	0	0	0	0	0	0
Total Kendaraan Per hari Laga Baguia							1536
Total Kendaraan per tahun							578890

Setelah menggolongkan kendaraan niaga, maka dilanjutkan untuk menentukan nilai VDF masing-masing jenis kendaraan niaga dapat dilihat pada tabe

Tabel 4.4. Nilai VDF masing-masing jenis kendaraan niaga

Jenis Kendaraan	Sumatra		Jawa				Kalimantan				Sulawesi				DKI, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua					
	Deban aktual		Normal		Deban aktual		Normal		Deban aktual		Normal		Deban aktual		Normal		Deban aktual		Normal	
	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3
5B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
6A	0.55	0.5	0.55	0.5	0.55	0.5	0.55	0.5	0.55	0.5	0.55	0.5	0.55	0.5	0.55	0.5	0.55	0.5	0.55	0.5
6B	4.5	7.4	3.4	4.6	5.3	9.2	4.0	5.1	4.8	6.5	3.4	4.7	4.9	9.0	2.9	4.0	3.0	4.0	2.5	3.0
7A1	10.1	18.4	5.4	7.4	8.2	14.4	4.7	6.4	9.9	16.3	4.1	5.3	7.2	11.4	4.9	8.7	-	-	-	-
7A2	10.5	20.0	4.3	5.6	10.2	19.0	4.3	5.6	9.6	17.7	4.2	5.4	9.4	19.1	3.8	4.8	4.9	9.7	3.9	6.0
7B1	-	-	-	-	11.8	18.2	9.4	13.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-	13.7	21.8	12.6	17.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7C1	15.9	29.5	7.0	9.6	11.0	19.8	7.4	9.7	11.7	20.4	7.0	10.2	13.2	25.5	6.5	8.8	14.0	11.9	10.2	8.0
7C2A	19.8	39.0	6.1	8.1	17.7	33.0	7.6	10.2	8.2	14.7	4.0	5.3	20.2	42.0	6.6	8.5	-	-	-	-
7C2B	20.7	42.8	6.1	8.0	13.4	24.2	6.5	8.5	-	-	-	-	17.0	28.8	9.3	13.5	-	-	-	-
7C3	24.5	51.7	6.4	8.0	18.1	34.4	6.1	7.7	13.5	22.9	9.8	15.0	28.7	59.6	6.9	8.8	-	-	-	-

Beban Sumbu standar kumulatif / Cummulative Equivalent Single Axle Load (CESAL)

Beban sumbu standar kumulatif atau Cummulative Equivalent Single Axle Load (CESAL) adalah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai berikut :
Menggunakan VDF masing-masing kendaraan niaga

Jenis kendaraan	LHR 2020 (2 arah)	LHR 2021	LHR 2025	VDF 4 Faktual	VDF 4 Normal	ESA4 (20-21)	ESA4 (25-45)	VDF 5 Faktual	VDF 5 Normal	ESA5 (20-21)	ESA5 (25-45)
		272	324	-	-	-	-	-	-	-	-
Mobil penumpang	263	266	320	-	-	-	-	-	-	-	-
Sepeda Motor	356	360	433	-	-	-	-	-	-	-	-
Mobil Pribadi	262	265	319	-	-	-	-	-	-	-	-
SB Bus Besar	188	191	229	1	1	11619,17	838475,585	1	1	11619,1667	838475,59
MB (Truk 2 AS Ringan)	137	139	167	3	2,5	25367,5	1528661,82	4	3	33823,3333	1834994,2
TA2 (Truk 3 As Berat)	97	99	118	4,9	3,9	29510,25	1685006,39	9,7	6	58418,25	2592317,5
TC1 (Truk 4 AS)	0	0	0			0	0	0	0	0	0
TOTAL						66496,92	4052143,8			103860,750	5265187,3
						4118640,717				5369048,05	
						ESA4	4,119			ESA5	5,369

Menghitung Nilai CBR

Perhitungan CBR dengan menggunakan alat DCP. Menggunakan alat DCP dan menggunakan konus 60° dengan rumus sebagai berikut :

$$\log CBR = g = 10^{(2.8135 - (1.313 \times f))}$$

(Sumber : MDPJ 2017)

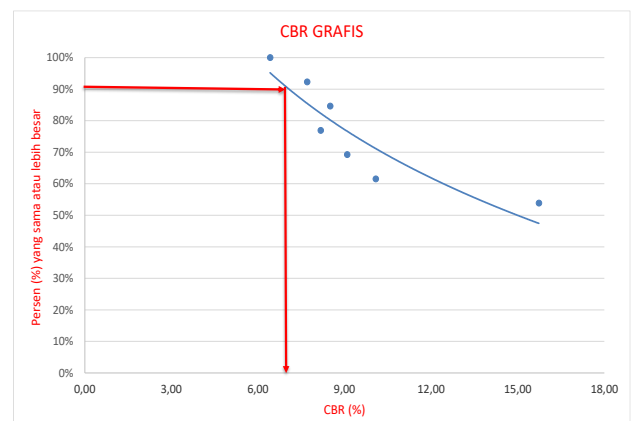
HASIL PERHITUNGAN CBR TITIK 1 (KM 0+000)									
LAPISAN	JUMLAH TUMBUKAN	KOMULATIF PENETRASI (mm)	PENETRASI (D) (mm)	P=D/N (mm)	Log DP	CBR PERLAPIS	$D \times \sqrt[3]{CBR \text{ PERLAPIS}}$	CBR TITIK (%)	
a	b	c	d	e=d/b	f=Log 10(e)	g=10 ^{(2,8135-(1,313 x f))}	h=d x (g ^{1/3})	i=(h / [D] ^{1/3})	
0	0	100	0	0,00	0,00	0,00	0,00		
1	1	110	10	10,00	1,00	31,66	31,66		
2	1	132	22	22,00	1,34	11,24	49,29		
3	1	145	13	13,00	1,11	22,43	36,66		
4	1	160	15	15,00	1,18	18,59	39,74		
5	1	180	20	20,00	1,30	12,74	46,71		
6	1	188	8	8,00	0,90	42,44	27,90		
7	1	204	16	16,00	1,20	17,08	41,21		
8	1	223	19	19,00	1,28	13,63	45,39		
9	1	245	22	22,00	1,34	11,24	49,29		
10	1	270	25	25,00	1,40	9,51	52,96		
11	1	290	20	20,00	1,30	12,74	46,71		
12	1	300	10	10,00	1,00	31,66	31,66		
13	1	318	18	18,00	1,26	14,63	44,03		
14	1	340	22	22,00	1,34	11,24	49,29		
15	1	345	5	5,00	0,70	78,66	21,42		
Jumlah (Σ) =		245					613,86		15,73

Hasil pengujian DCP

NO	sta	CBR titik
1	0 + 000	15,73%
2	0 + 500	8,50%
3	1 + 000	8,17%
4	1 + 500	9,09%
5	2 + 000	10,08%
6	2 + 500	7,70%
7	3 + 000	6,42%

No.	Harga CBR titik Pengamatan	Jumlah Yang sama Atau lebih Besar	Persen (%) Yang sama atau lebih Besar	HASIL (%)
3 + 000	6,42	24	13/13*100%	100%
2 + 500	7,70	23	12/13*100%	92%
0 + 500	8,50	22	11/13*100%	85%
1 + 000	8,17	21	10/13*100%	77%
1 + 500	9,09	20	9/13*100%	69%
2 + 000	10,08	19	8/13*100%	62%
0 + 000	15,73	8	7/13*100%	54%

Untuk menghitung nilai CBR segment yang didapat dari pengujian DCP dengan cara mengurutkan hasil pengujian DCP yang bisa mulai dari angka CBR (%) yang terkecil hingga yang kombinasikan kedalam grafik seperti pada gambar dibawah ini, Tarik garis lurus dari sumbu Y di angka 90 % sampai bersentuhan dengan hasil pembacaan, selanjutnya Tarik garis ke arah sumbu X, setelah itu bisa lakukan pembacaan hasil dari grafik CBR segment.



Menentukan Nilai CBR Desain Dengan Cara Analitis

$$CBR_{Segmen} = CBR_{Rata-Rata} - (CBR_{Maks} - CBR_{Min}) / R$$

$$CBR_{Rata-rata} = 9,09 \%$$

$$CBR_{Maks} = 15,73 \%$$

$$CBR_{Min} = 6,42 \%$$

Jadi titik pengamatan adalah 7 dimana nilai R dapat = 2,83

$$CBR_{Segmen} = 9,09 - (15,73 - 6,42) / 2,83 = 6,8 \%$$

Didapatkan nilai CBR segmen adalah 6.8%. Dengan hasil perhitungan analisa grafis maka tidak diperlukan adanya perbaikan tanah karena berdasarkan ketentuan dari Peraturan Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2017 nilai kekuatan tanah CBR yang baik $\geq 6 \%$ atau minimal dari CBR 6 %. Tabel dibawah ini merupakan tabel dari desain pondasi jalan minimum

CBR Tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (Jala ESAS)			
			< 2	2 - 4	> 4	Stabilisasi Semen (%)
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau lainnya	Tidak diperlukan perbaikan			150 mm
5	SG5	limbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 - Pekerjaan Tanah)	100	150	200	stabilisasi di atas 150 mm material limbunan pilihan.
4	SG4	(pemadatan lapisan 5 200 mm tebal gembur)	150	200	300	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur
3	SG3		175	250	350	
2.5	SG2.5	Lapis perompang ⁽¹⁾	400	500	600	
Tanah ekspansif (potensi pemuaian > 5%)		atau lapis perompang dan geogrid ⁽²⁾	1000	1100	1200	
Perkerasan di atas tanah lunak ⁽³⁾	SG1 ⁽⁴⁾	Lapis perompang ⁽¹⁾	650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum = ketentuan lain berlaku)		Lapis perompang berbutir ⁽⁵⁾	1000	1250	1500	

Menentukan Struktur Perkerasan

Pemilihan struktur perkerasan ditentukan oleh volume lalu lintas, umur rencana dan kondisi tanah dasar. Dalam pemilihan ini pula perencana harus mempertimbangkan biaya terendah selama umur rencana, keterbatasan dan kepraktisan pelaksanaan.

- Umur Rencana : 20 Tahun
- CESA5 : 5,369

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 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 CBR $\geq 2,5\%$)	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A	-	1, 2	-	-	-
AC WC 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 fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	1, 2	1, 2	2	2
AC atau HRS Spis di atas lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3A	-	1, 2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LFA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi Soil Cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

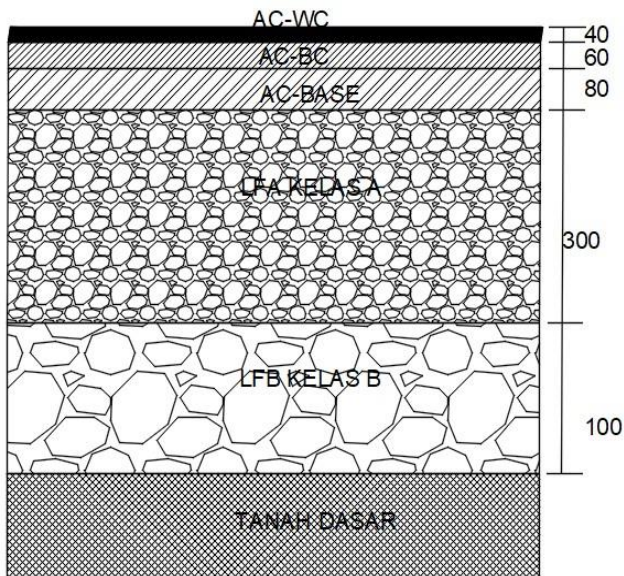
CESA5 yaitu 5,369 Esal dalam 20 tahun masuk range diantara $>4 - 10$ juta ESA. Dari solusi yang diberikan digunakan jenis struktur perkerasan AC tebal $\geq 4 - 10$ juta ESA. Dari solusi yang diberikan digunakan jenis struktur perkerasan AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis Pondasi berbutir.

Berdasarkan pemilihan struktur perkerasan didapatkan solusi yang diberikan digunakan jenis AC dengan tebal ≥ 100 mm dengan lapis Pondasi berbutir. Maka dipilih tabel 4. Bagan Desain 3B Perkerasan Lentur (Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir) dibawah ini sebagai berikut

	STRUKTUR PERKERASAN								
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
	Solusiyang dipilih			Lihat Catatan 2					
Kumulatif Beban Sumbu 20 tahun pada lajur rencana 10 ⁶ ESAS	<2	$\geq 2-4$	>4-7	>7-10	>10-20	>20-30	>30-50	>50-100	>100-200
	KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)								
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LFA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1		2					3	

Dari hasil diatas didapatkan nilai Cummulative Ekuivalen Single Axel CESA5 selama umur rencana 20 tahun sebesar 5.369 karena yang direncanakan adalah lapisan perkerasan lentur maka didalam pemilihan Struktur lapis perkerasan tergolong began desain 3B dengan lapis berbutir. Sehingga dari hasil tebal perkerasan lentur menggunakan metode Manual Desain Perkerasan jalan 2017 disajikan dalam gambar dibawah ini

- AC WC (aspalht Concrate – wearing Course) : 40 mm
- AC BC (Aspalht Concrate – Base Course) :60 mm
- AC Base (Aspalht Concrate – Base) : 80 mm
- LFA Kelas A : 300 m
- LFB Kelas B : 100 mm



Struktur Eksisting

Dalam menghitung mendukung perencanaan dan Analisa kekuatan jalan lama atau eksisting menggunakan Pendekatan Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya menggunakan metode Analisa Komponen (Anonim, 1987). Adapun data teknis pada ruas jalan Laga-Baguia sebagai berikut :

- Fungsi jalan = Jalan Lokal Primer
- Status jalan = Jalan Sub-Distrik
- Kelas jalan = Kelas III
- Type jalan = 1 jalur, 2 lajur, 2 arah
- Lebar jalan rencana = 6 m (3 m kiri dan 3 kanan)
- Bahu jalan = 2 m (kiri dan kanan jalan)
- Lebar jalan eksisting Lama = 5 m (2.5 m kiri dan 2.5 m kanan)
- Kemiringan Perkerasan jalan = 3 %
- Kemiringan bahu jalan = 4 %
- Umur rencana = 20 tahun

- Panjang jalan rencana = 3000m (STA.0+000 – 3+000)

Untuk perhitungan pelapisan tambahan (Overlay), kondisi perkerasan jalan lama (Eksisting) dinilai dari kondisi lapangan secara visual sesuai dengan tabel di bawah ini :

- Lapis Permukaan

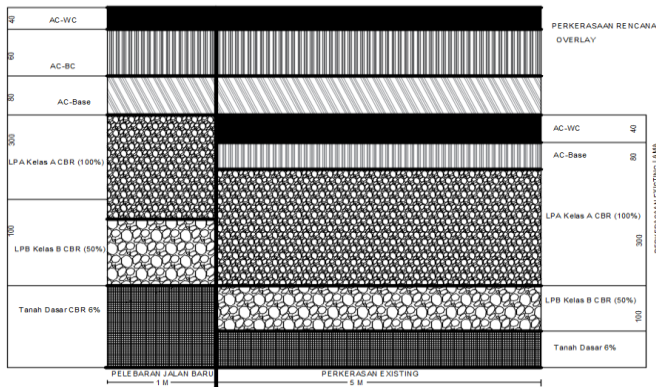
Daftar IX Nilai Kondisi Perkerasan Jalan	
Umumnya tidak retak, hanya sedikit <i>deformasi</i> pada jalur roda	90 - 100 %
Terlihat retak halus, sedikit <i>deformasi</i> pada jalur roda namun masih tetap stabil	70 - 90 %
Retak sedang beberapa <i>deformasi</i> pada jalur roda, pada dasarnya menunjukkan ke stabilan	50 - 70 %
Retak banyak, demikian juga <i>deformasi</i> pada jalur roda, menunjukkan gejala tidak stabil	30 - 50 %

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0.40	-	-	744	-	-	-
0.35	-	-	590	-	-	Laston
0.35	-	-	454	-	-	-
0.30	-	-	340	-	-	-
0.35	-	-	744	-	-	-
0.31	-	-	590	-	-	Lasbutag
0.28	-	-	454	-	-	-
0.26	-	-	340	-	-	-
0.30	-	-	340	-	-	HRA
0.26	-	-	340	-	-	Aspal macadam
0.25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
0.20	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0.28	-	590	-	-	-
-	0.26	-	454	-	-	Laston Atas
-	0.24	-	340	-	-	-
-	0.23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0.19	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0.15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0.13	-	-	18	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0.15	-	-	22	-	-
-	0.13	-	-	18	-	-
-	0.14	-	-	-	-	100 Batu pecah (kelas A)
-	0.13	-	-	-	-	80 Batu pecah (kelas B)
-	0.12	-	-	-	-	60 Batu pecah (kelas C)
-	-	0.13	-	-	-	70 Sirtu/pitrun (kelas A)
-	-	0.12	-	-	-	50 Sirtu/pitrun (kelas B)
-	-	0.11	-	-	-	30 Sirtu/pitrun (kelas C)
-	-	0.10	-	-	-	20 Tanah/lempung kepasiran

1. Perkerasan jalan baru

Menghitung kekuatan relatif pada struktur perkerasan pelebaran jalan baru berdasarkan tabel koefisien relative maka di dapat :

- AC WC (4 cm) $a1 = 0.40 : 4 \times 0.4 = 1.6$
- AC BC (6 cm) $a1 = 0.35 : 6 \times 0.35 = 2.1$
- AC BASE (8 cm) $a2 = 0.28 : 8 \times 0.28 = 2.24$
- LPA (Kelas A) (30 cm) $a2 = 0.14 : 30 \times 0.14 = 4.2$
- LPB (Kelas B) (10 cm)
- $a3 = 0.12 : 10 \times 0.12 = 1.2$



Rencana Anggaran Biaya

Dalam perhitungan tebal perkerasan diatas, maka perhitungan anggaran biaya didapatkan hasil tebal perkerasan sebelumnya telah dihitung, dimana dengan lebar jalan 6 meter, dan dengan Panjang jalan yang diambil adalah 3 km atau 3000 meter.

Dari perhitungan menggunakan Metode Bina Marga 2017 didapatkan struktur lapisan Perkerasan sebagai berikut :

AC WC (Aspalht Concrate – Wearing Course)	: 40 mm
AC BC (Aspalht Concrate – Base Course)	: 60 mm
AC Base (Aspalht Concrate – Base)	: 80 mm
LPA Kelas A	: 300 mm
LPB Kelas B	: 100 mm

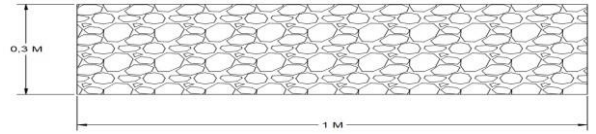
Rencana Anggaran Biaya ini menggunakan rangkaian pekerjaan dengan menggunakan Harga Satuan Upah dan Bahan di Timor - Leste tahun 2021 dan 2022 dan menggunakan acuan AHSP (analisa harga satuan pekerjaan) Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M2022. Dalam hal ini Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk perencanaan pada jalan Laga Baguia, Distrik Baucau Sub-Distrik Laga Baguia Republik Demokratik Timor – Leste.

a. Pekerjaan Tanah

Pekerjaan tanah adalah semua kegiatan pekerjaan yang berkaitan dengan pematangan tanah, pengolahan tanah yang ada kaitannya dengan Struktur bangunan antara lain galian tanah, urugan tanah/perataan, ataupun pembuangan tanah. Untuk Volume galian dan timbunan dapat dilihat pada halaman 139, dipakai Desain Geometrik Jalan Alternatif 2

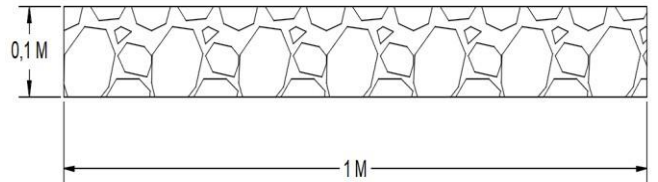
b. Pekerjaan Perkerasan Jalan Baru

- Lapis Pondasi Agregat Kelas A
- Lapis Pondasi Agregat (LPA) Kelas A dengan menggunakan ketebalan 0.300 m



$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Panjang Jalan} \times \text{Lebar Jalan} \\ &= (0.5 \times \text{kanan kiri}) \times \text{Tebal Lapisan} \\ &= 3000 \times 1 \times 0.30 \\ &= 1800 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Lapis Pondasi Agregat Kelas B



$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Panjang Jalan} \times \text{Lebar Jalan} \\ &= (0.5 \times \text{kanan kiri}) \times \text{Tebal Lapisan} \\ &= 3000 \times 1 \times 0.10 \\ &= 600 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

c. Lapis Permukaan (Laston)

- Lapis resap pengikat :

Pekerjaan ini harus mencakup penyediaan dan pemasangan material aspal pada permukaan yang telah dipersiapkan sebelumnya untuk penghamparan pelaburan aspal atau lapisan campuran aspal. Pekerjaan Lapis perekat dilaksanakan pada saat angin normal/tidak kencang. Kecuali mendapat persetujuan lain dari Direksi.

Lapis Aspal Pengikat = A (Lebar jalan x Panjang jalan) x Takaran Lapis Pengikat

Takaran Pengikat sebesar 0.7 liter/m², ini merupakan penyemprotan aspal per m² pada pembukaan jalan baru

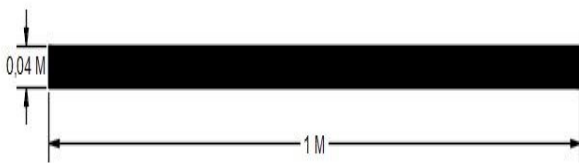
Lapis resap pengikat = $(1 \times 3000) \times 0.7$
 = 2100 Liter

- Lapis Perekat :

Lapis Perekat = A (Lebar jalan x Panjang jalan)
 x Takaran lapis perekat (sebesar 0.2 liter/m²,
 ini merupakan penyemprotan aspal per m² pada
 pembukaan jalan baru.

Lapis resap perekat = $(1 \times 3000) \times 0.2$
 = 600 Liter

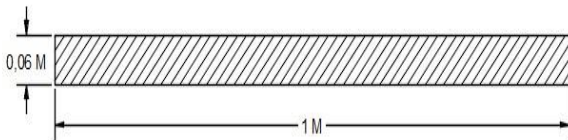
- Laston AC-WC



Laston AC-WC = Panjang jalan x Lebar
 jalan x Tebal Laston x Berat isi Laston
 AC-WC.

= $3000 \times 1 \times 0.04 \times 2.28 = 273.6$ Ton

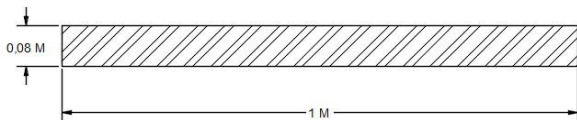
- Laston AC-BC



Laston AC-BC = Panjang jalan x Lebar
 jalan x Tebal jalan x Berat Isi Laston
 AC-BC.

= $3000 \times 1 \times 0.06 \times 2.31 = 415.8$ Ton

- Laston AC – Base



Laston AC – Base = Panjang jalan x Lebar
 jalan x Tebal jalan x Berat Isi Laston AC -
 Base.

= $3000 \times 1 \times 0.08 \times 2.30 = 552$ Ton.

d. Pekerjaan Perkerasaan Eksisting

- Lapis permukaan

Lapis perekat = A (Lebar Jalan x Panjang
 jalan) x takaran lapis perekat. Takaran lapis

perekat sebesar 0.2 liter/ m², ini merupakan
 penyemprotan aspal per m², pada lapis tambah
 jalan jalan baru

Lapis resap perekat = $(5 \times 3000) \times 0.2$
 = 3000 Liter.

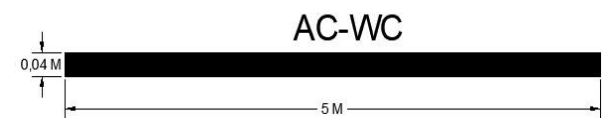
- Lapis resap Pengikat :

Lapis resap pengikat = A (Lebar jalan x
 panjang jalan) x takaran Lapis pengikat
 Takaran lapis pengikat sebesar 0.7 liter/m², ini
 merupakan jalan baru.

Lapis resap pengikat = $(5 \times 3000) \times 0.7$

= 10500 Liter.

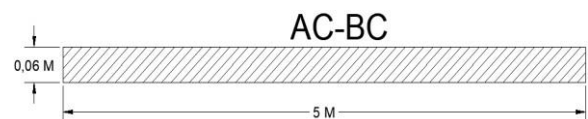
- Laston tambah AC – WC



Laston AC-WC = Panjang jalan (Perencanaan) x tebal jalan (0.5 x kanan Kiri)
 x Berat isi laston AC-WC.

= $3000 \times 5 \times 0.04 \times 2.28 = 1368$ Ton.

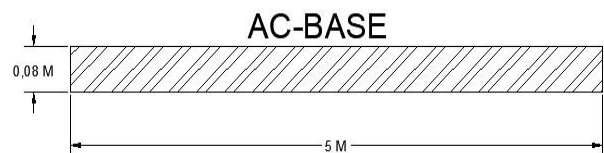
- Laston tambah AC-BC



Laston AC-BC = Panjang jalan (Perencanaan) x tebal jalan (0.5 x kanan kiri) x berat isi
 laston
 AC-BC.

= $3000 \times 5 \times 0.06 \times 2.3 = 2079$ Ton.

- Laston tambah AC-Base



Laston AC-Base = Panjang jalan (Perencanaan)
 x tebal jalan (0.5 x kanan Kiri) x berat isi laston
 AC-Base

= $3000 \times 5 \times 0.08 \times 2.30 = 2760$ Ton.

No	Uraian Pekerjaan	Perhitungan	Volume
A	PEKERJAAN GALIAN DAN TIMBUNAN		
1	Galian Tanah	Civil 3D	53637,59
2	Timbunan tanah	Civil 3D	48.240,06
B	PEKERJAAN JALAN BARU		
1	Lapis Pondasi Atas	3000 x 1 x 0.30	900 m ³
2	Lapis pondasi Bawah	3000 x 1 x 0.10	300 m ³
C	LAPIS PERMUKAAN		
1	Resap Pengikat	1 x 3000 x 0.7	2100 Liter
2	Lapis Perekat	1 x 3000 x 0.2	600 Liter
3	Laston AC-WC	3000 x 1 x 0.04 x 2.28	273.6 Ton
4	Laston AC-BC	3000 x 1 x 0.06 x 2.31	415.8 Ton
5	Laston AC-Base	3000 x 1 x 0.08 x 2.30	552 Ton
D	PEKERJAAN JALAN EKSISTING		
1	Resap Pengikat	5 x 3000 x 0.7	10500 Liter
2	Lapis Perekat	5 x 3000 x 0.2	3000 Liter
3	Laston AC-WC	3000 x 5 x 0.04 x 2.28	1368 Ton
4	Laston AC-BC	3000 x 5 x 0.06 x 2.31	2079 Ton
5	Laston AC-Base	3000 x 5 x 0.08 x 2.30	2760 Ton

Rekapitulasi Biaya

Rencana anggaran Biaya Perkerasan Lentur Ruas Jalan Laga-Baguaia Distrik Baucau Republik Demokratik Timor – Leste Dengan Satuan Dolar, Akan Dikonversi ke Rupiah. Berikut ini adalah Tabel Rencana Anggaran Biaya :

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Dolar	Jumlah Harga Dolar
A	PEKERJAAN GALIAN DAN TIMBUNAN				
1	Galian Tanah	m ³	53.637,59	2,786	149.434
2	Timbunan tanah	m ³	48.240,06	5,178	249.787
				TOTAL	399.221
B	PEKERJAAN JALAN BARU				
1	Lapis Pondasi Atas	m ³	900	53,606	48.326
2	Lapis pondasi Bawah	m ³	300	43,488	13.046
				TOTAL	Rp 61.373
C	LAPIS PERMUKAAN				
1	Resap Pengikat	Liter	2100	2,606	5.473
2	Lapis Perekat	Liter	600	2,680	1.608
3	Laston AC-WC	Ton	273,6	20,539	5.619
4	Laston AC-BC	Ton	415,8	171,194	71.182
5	Laston AC-Base	Ton	552	107,281	59.219
				TOTAL	143.102
D	PEKERJAAN JALAN EKSISTING				
1	Resap Pengikat	Liter	10500	2,606	27.363
2	Lapis Perekat	Liter	3000	2,680	8.040
3	Laston AC-WC	Ton	1368	20,539	28.097
4	Laston AC-BC	Ton	2079	171,194	355.912
5	Laston AC-Base	Ton	2760	107,281	296.096
				TOTAL	715.508
E	JUMBLAH HARGA PEKERJAAN (TERMASUK BIAYA UMUM DAN KEUNTUNGAN)				USD 1.319.204,04
F	PAJAK PERTAMBAHAN NILAI (PPN) = 10% X E				131.920,404
G	JUMBLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (E+F)				1.451.124
H	DIBULATKAN				1.451.130
TERBILANG	SATU JUTA EMPAT RATUS LIMA PULUH SATU RIBU SERATUS TIGA PULUH DOLAR				USD 1.451.130
KONVERSI	DUA MILIAR TIGA PULUH SATU JUTA LIMA RATUS DELAPAN PULUH DUA RIBUH RUPIAH				
KE RUPIAH					Rp2.031.582.000

5. Kesimpulan

Hasil Analisis Perencanaan Geometrik, perkerasan Lentur dan Rencana Anggaran Biaya dengan umur rencana 20 Tahun pada ruas jalan Laga-Baguaia STA 0+000 – 3+000

Km Distrik Baucau Sub-Distrik Laga-Baguaia Republik Demokratik Timor-Leste diperoleh Kesimpulan Sebaagai Berikut :

1. Panjang Trase Jalan rencana adalah 3000 m dengan Kedalaian medan rata-rata 19,34 % karena kemiringan medan berada di 3-25% maka termasuk jenis medan Perbukitan, pada ruas jalan Laga-Baguaia dicoba tiga alternatif dari ketiga alternatif tersebut dipilih alternatif terbaik dengan pertimbangan faktor keamanan, dan kenyamanan sehingga dipilih Alternatif 2 dan didapatkan lengkung horozontal dengan jumlah PI sebanyak 8 buah tikungan *Full-Circle (F-C)* dan 6 buah tikungan *Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)* dan lengkung vertikal Cembung Sebanyak 4, dan lengkung vertikal Cekung sebanyak 2.
2. Volume Galian 53,637,59 m³ Dengan harga satuan Dolar USD. 149.434 Sedangkan Volume Timbunan adalah 48,240,06 m³ Dengan harga satuan Dolar USD. 249,787 Sehingga didapatkan jumlah total harga pekerjaan = USD. 399,221 Dolar
2. Perkerasan Lentur di desain Menggunakan Manual Desain perkerasan (MDP) Tahun 2017 dan perhitungan koefisien Kekuatan jalan lama (Eksisting) :

Tebal Perkerasan Lentur untuk perkerasan jalan baru (Pelebaran) 2 m (1 x 2 Kanan Kiri) dengan tebal masing-masing sebagai berikut :

Tebal AC-WC = 40 mm

Tebal AC-BC = 60mm

Tebal AC-Base = 80 mm

Tebal LFA Kelas A = 300 mm

Tebal LFB Kelas B = 100 mm

Tebal lapis Overlay Perkerasan Lentur pada perkerasan jalan lama (Eksisting) dengan Lebar jalan 5 m tebal lapis tambah sebagai berikut :

AC-WC = 40 mm

AC-BC = 60 mm

AC-Base = 80 mm

4. Rencana Anggaran Biaya

Berdasarkan perhitungan Volume setiap pekerjaan dan analisa harga satuan Pokok kegiatan diperbolehkan total biaya konstruksi sebesar Dolar Dolar USD 1.451.130 (Satu juta empat ratus lima puluh satu ribu seratus tiga puluh dolar) di konversi ke rupiah sebesar RP. 2.031.582.000 (Dua miliar tiga puluh satu juta lima ratus delapan puluh dua puluh rupiah)

Saran

Adapun Saran yang penulis berikan terkait dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Dalam Mendesain Jalan Perencanaan harus mempertimbangkan Faktor Keselamatan dan Kenyamanan Pengemudi.
2. Agar Kontruksi Perkerasan bertahan atau mencapai umur rencana yang diharapkan, hendaknya dilakukan perawatan rutin sehingga

dapat meminimalkan adanya kerusakan pada perkerasan jalan sehingga dapat berfungsi sampai pada umur rencana yang diharapkan.

3. Dalam Perhitungan Rencana anggaran biaya sebaiknya menggunakan harga satuan yang terbaru dan disesuaikan dengan harga satuan yang dikeluarkan masing-masing daerah atau sesuai dengan lokasi Eksisting agar perhitungan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2001). Departemen Pekerjaan Umum. 2011. *Modul 1: Penentuan Trase Jalan*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim (2016) *Pedoman Analisis harga satuan perkerjaan bidang pekerjaan Umum Nomor 28 Tahun 2016* : Departamen Pekerjaan Umum.
- Anonim (2017). Departemen Pekerjaan Umum.. *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Jakarta:
- Yayasan Badan Penerbit PU. Anonim. (2006). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 tahun 2006 Tentang Jalan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum. Anonim. (1987) *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*. Jakarta : Yayasan Badan Penerbi PU 73 (02), 1-41.
- Anonim. (1997). Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. Penerbit Direktorat Jendral Bina Marga: Jakarta.
- Anonim. (2004). Badan Standarisasi Nasional. 2004. *Geometri Jalan Perkotaan RSNI T14-2004*. Badan Penerbit Standar Nasional Indonesia. Jakarta.
- Anonim. (2004). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum

- Anonim. (2022) Daftar Harga Satuan Dolar
*Agencia Dezemvolmento Nasional
Timor – Leste (AND)*
- Anonim. (2021). Direktorat Jendral Bina
Marga. 2021. *Pedoman Desain
Geometrik Jalan*. Penerbit Direktorat
Jendral Bina Marga: Jakarta
- Fiara Larasmita, 2020. *Perencanaan Geometrik
Jalan Lingkar Utara Tahap II
Kabupaten Sumenep*. Tugas Akhir.
Program Studi S-1 Universitas
Wiraraja. Journal
mrepository.wiraraja.ac.id
- Fitrianti Kaharu, Lucia G.J. Lalamentik,
Mecky R.E. Manoppo (2020).
*Evaluasi Geometrik Jalan Pada Ruas
Trans Sulawesi manado-gorontalo di
desa botumoputi*. Fakultas Teknik,
Jurusan Sipil Universitas Sam
Ratulangi Manado. Journal
repository.ratulangi.ac.id.
- Mochlis, Firman Adrian 2020. *Optimasi
Desain Geometrik Jalan menggunakan
Software Autocad Civil 3D 2017 pada
ruas jalan Telaga-Pange, Maluku
(STA 00+000-02+225)*. Program Studi
S-1 Institut Teknologi Nasional
Malang. <http://eprints.itn.ac.id>.
- Pasifiki, A. N (2021). *Studi Perencanaan
PKJI*. (2014). *Pedoman Kapasitas Jalan
Indonesia Luar Kota*

