

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Lalu Lintas Harian Rata – Rata Jalan Aituto, Ainaro Timor – Leste

Lalu Lintas Harian Rata – Rata Jalan (LHR) berupa data jenis kendaraan dan volume kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan selama satu satuan waktu.

Yang nantinya data Lalu Lintas Harian Rata – Rata (LHR) dikembangkan untuk menghirung bebang lalu lintas rencana yang dipikul oleh perkerasan jalan baru.

Tabel 4.1 Data LHR Jalan Aituto, Ainaro Timor – Leste (2015 – 2020)

JENIS Kendaraan	LHR 2015	LHR 2016	LHR 2017	LHR 2018	LHR 2019	LHR 2020
Mobil 2 ton	170	185	201	220	233	246
Bus besar 3 ton	28	29	31	32	33	34
Truk Kecil 2 sumbu 6 ton	37	39	41	43	45	46
Truk besar 2 Sumbu 13 ton	40	41	44	45	47	48

Sumber : PT Chongqing international corporation (CICO)

4.1.1 Pertumbuhan Lalu - Lintas

Sesuai dengan data sekarang yang diperoleh dari Ministerio Das Obras Publicas pada jalan Aituto, Ainaro Timor – Leste

- Mobil

$$\text{Pertumbuhan Lalu Linta} = \frac{246-233}{233} \times 100 = 5,57\%$$

- Bus

$$\text{Pertumbuhan Lalu Lintas} = \frac{34-33}{33} \times 100 = 3,03\%$$

- Truk Kecil 2 Sumbu 6 ton

$$\text{Pertumbuhan Lalu Lintas} = \frac{46-45}{45} \times 100 = 2,22\%$$

- Truk Besar 2 Sumbu 13 ton

$$\text{Pertumbuhan Lalu Lintas} = \frac{48-47}{47} \times 100 = 2,12\%$$

4.1.2 Angka Ekuivalen

Pembagian proposi konfigurasi beban sumbu untuk setiap jenis kendaraan menggunakan gambar 2.3. Berikut perhitungan angka ekuivalen untuk seluruh jenis kendaraan

1. Metode Analisa Komponen SKBI 1987

Angka ekuivalen untuk konfigurasi sumbu tunggal dihitung menggunakan persamaan 2.1 sedangkan untuk konfigurasi sumbu ganda menggunakan persamaan 2.2

- Mobil



$$\begin{aligned} E &= \frac{2000 \times 50\%}{8160}^4 + \frac{2000 \times 50\%}{8160}^4 \\ &= 0,0002 + 0,0002 \\ &= 0,0004 \end{aligned}$$

- Bus Besar



$$E = \frac{9000 \times 34\%}{8160}^4 + \frac{9000 \times 66\%}{8160}^4$$

$$= 0,0197 + 0,2807$$

$$= 0,3004$$

- = Truk 2 As



$$E = \frac{8300 \times 34\%}{8160}^4 + 0,086 \frac{8300 \times 66\%}{8160}^4$$

$$= 0,0143 + 0,00149$$

$$= 0,01579$$

- Truk 3 As



$$E = \frac{25000 \times 25\%}{8160}^4 + 0,086 \frac{25000 \times 37,5\%}{8160}^4 + 0,086 \frac{25000 \times 37,5\%}{8160}^4$$

$$= 0,3441 + 0,0295 + 0,0295$$

$$= 0,4031$$

4.2 Data Intensitas Hujan

Pengumpulan data curah hujan dilakukan untuk menentukan kawasan tersebut termasuk kategori curah hujan tinggi atau rendah yang akan mempengaruhi hasil dari tebal lapisan sebuah jalan. Data intensitas hujan di ambil dalam kurum waktu 5 tahun (2015 – 2020). Dari data intensitas hujan didapatkan curah hujan sebesar mm/tahun. Adapun data intensitas hujan dapat dilihat pada **tabel 4.2**

Tabel 4.2 Data Curah Hujan Tahun (2015 – 2020)

Tahun	Curah Hujan (mm)
2016	1693,5
2017	1128,6
2018	1300,6
2019	906,9
2020	648,9
Jumlah curah hujan	5678,3
Rata – Rata Mm/ Tahun	$5678,3/5 = 1135,6$

Sumber : PT Chongqing international corporation (CICO)

4.3 Data Tanah

Data tanah dilakukan dengan pengujian *Dynamic Conus Penetration* (DCP) yang dimana hasil nilai *Dynamic Conus Penetration* (DCP) di konversikan ke nilai CBR (%). Data CBR (%) yang mewakili mutu daya dukung tanah dasar pada perencanaan 1 segmen jalan yang dimulai dari titik pengamatan STA 89+ 000 – STA 112 + 000 dapat dilihat pada **Tabel 4.3** dibawah ini.

Tabel 4.3 Data CBR

Titik pengamatan	Cbr (%)
89+000	8,5
90+000	8,5
90 + 500	8,5
91+ 000	8,5
91 +500	8,5
92 + 000	8,5
92 + 500	8,5
93+ 000	8,2
93 +500	8,5
94 + 000	8,5
94 + 500	8,5
95 + 000	8,5
95 + 500	8,6
96+ 000	8,5
96 +500	8,6
97 + 000	8,5
97 + 500	8,4
98+ 000	8,4
98 +500	8,7
99 + 000	8,5
99 + 500	8,5
100 + 000	8,4
100 + 500	8,7
101+ 000	8,5
101 +500	8,2
102 + 000	8,5
102 + 500	8,5
103 + 000	8,2
103 +500	8,5
104 + 000	8,5
104 +500	8,5
105 + 000	8,7
105 + 500	8,0

Sumber : PT Chongqing international corporation (CICO)

Lanjutan **Tabel 4.3** Data CBR

106 + 000	9,1
106 +500	8,4
107 + 000	8,5
107 +500	8,2
108 + 000	8,5
108 +500	8,2
109 + 000	8,1
109 +500	8,4
110 + 000	8,6
110 + 500	8,5
111 + 000	8,4
111 +500	8,5
112 + 000	8,7

Sumber : PT Chongqing international corporation (CICO)

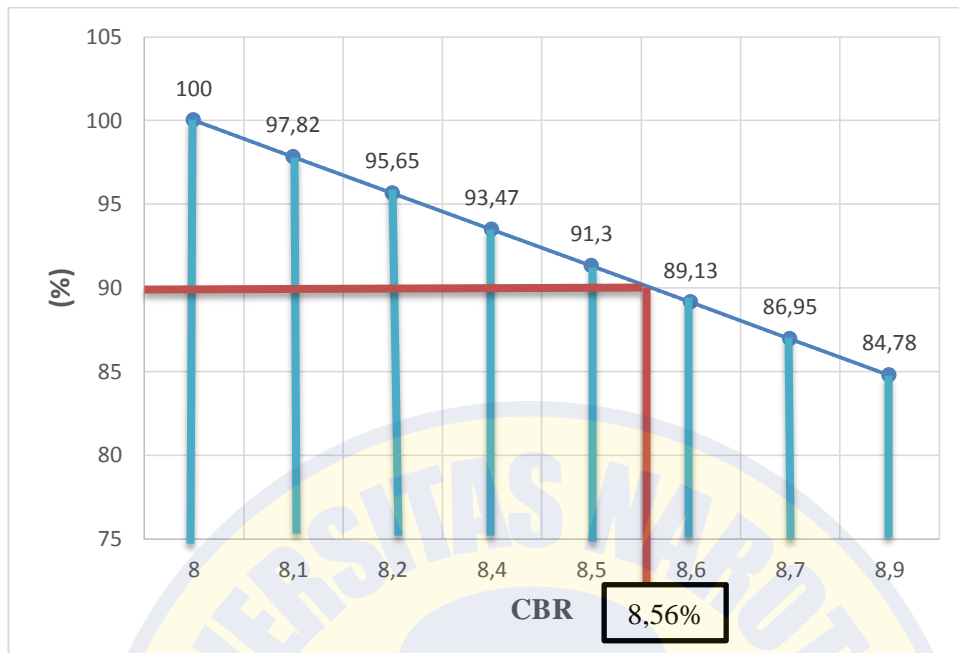
Harga CBR yang mewakili suatu mutu daya dukung tanah dihitung menggunakan metode grafis karena data tanah yang diperoleh pada segmen jalan yaitu titik pengamatan . Maka, perhitungan yang mewakili sebagai berikut:

- Harga CBR yang mewakili

Tabel 4.4 Data CBR yang mewakili

CBR	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persen (%) yang sama atau lebih besar
8,0	46	$46/46 \times 100\% = 100\%$
8,1	45	$45/46 \times 100\% = 97,82\%$
8,2	44	$44/46 \times 100\% = 95,65\%$
8,4	43	$43/46 \times 100 = 93,47\%$
8,5	42	$42/46 \times 100\% = 91,30\%$
8,6	41	$41/46 \times 100\% = 89,13\%$
8,7	40	$40/46 \times 100 = 86,95\%$
9,0	39	$39/46 \times 100\% = 84,78\%$

Sumber : PT Chongqing international corporation (CICO)



Dari grafik di atas didapatkan CBR yang mewakili 8,56%

- Timbunan tanah

Karena hasil CBR segmen = 8,56% maka dilakukan perbaikan tanah dasar menggunakan material timbunan stabilitas kapur atau stabilitas semen dengan persamaan dibawah ini

$$\begin{aligned}
 \text{CBR} &= \text{CBR tahan asal} \times 2^{(\text{tebal tanah dasar distabilisasi}/150)} \\
 &= 8,56\% \times 2^{150/150} \\
 &= 17,12\%
 \end{aligned}$$

4.4 Perhitungan Perkerasan Jalan Metode Analisa Komponen SKBI 1987

4.4.1 Lalu Litas Rencana

1. LHR akhir umur rencana

Untuk menghitung lalu lintas harian rata – rata pada akhir umur rencana tahun 2041, dibutuhkan data LHR awal umur rencana pada tahun 2020 yang dapat dilihat pada tabel 4.1 dan menggunakan persamaan sebagai berikut

- $LHR_{2040} \text{ Mobil} = LHR_0 \times (1 + I)^{HR}$
 $= 246 \times (1 + 0,01)^{20}$
 $= 300,166$
- $LHR_{2040} \text{ BUS} = LHR_0 \times (1 + I)^{HR}$
 $= 34 \times (1 + 0,01)^{20}$
 $= 41,48$
- $LHR_{2040} \text{ Truk 2 AS} = LHR_0 \times (1 + I)^{HR}$
 $= 46 \times (1 + 0,01)^{20}$
 $= 56,128$
- $LHR_{2040} \text{ Truk 3 AS} = LHR_0 \times (1 + I)^{HR}$
 $= 48 \times (1 + 0,01)^{20}$
 $= 58,56$

Berikut hasil perhitungan lalu lintas harian rata – rata akhir umur rencana tahun 2041 pada seluruh jenis kendaraan, dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.5 Data LHR tahun 2041 JL.Aituto,Ainaro Timor – Leste

Jenis kendaraan	LHR 2040
Mobil	300,166
BUS	41,48
TRUK 2 AS	56,128
TRUK 3 AS	58,56

Sumber : PT Chongqing international corporation (CICO)

2. Koefisien Distribusi Kendaraan

Jalur kendaraan pada jalan Aituto, Ainaro Timor – Leste bertipe 1 lajur 2 arah tanpa median, sehingga berdasarkan tabel 2.3 Koefisien distribusi kendaraan (C) didapatkan sebesar 1,0 untuk kendaraan ringan dan untuk kendaraan berat.

3. Angka Ekuivalen

Berikut Hasil Perhitungan angka ekuivalen (E) untuk setiap jenis kendaraan dapat dilihat dari tabel 2.4 Ekuivalen

Tabel 4.6 Angka Ekuivalen

Jenis Kendaraan	Angka Ekuivalen
Mobil	0,0004
Bus	0,3004
Truk 2 As	0,01579
Truk 3 As	0,4031

Sumber : PT Chongqing international corporation (CICO)

4. Lintas Ekuivalen Kendaraan

Dari hasil perhitungan lintas harian rata – rata (LHR) akhir umur rencana, koefisien distribusi kendaraan (C) dan angka ekuivalen (E). Dapat menghitung nilai lintas ekuivalen permulaan (LEP) menggunakan persamaan 2.3 dan lintas ekuivalen akhir (LEA) menggunakan persamaan 2.4. Berikut adalah contoh perhitungan nilai LEP dan LEA.

1. Mobil

- LEP $= \sum_{j=1}^n \text{LHRJ} \times \text{Cj} \times \text{Ej}$
 $= 246 \times 1 \times 0,0004$
 $= 0,0984$

- LEA $= \sum_{j=1}^n \text{LHR}_{20} \times \text{Cj} \times \text{Ej}$
 $= 300,166 \times 1 \times 0,0004$
 $= 0,1200$

2. Bus

- LEP $= \sum_{j=1}^n \text{LHRJ} \times \text{Cj} \times \text{Ej}$
 $= 34 \times 1 \times 0,3004$
 $= 10,21$

- LEA $= \sum_{j=1}^n \text{LHR}_{20} \times \text{Cj} \times \text{Ej}$
 $= 41,48 \times 1 \times 0,3004$
 $= 12,46$

3. Truk 2 As

- LEP $= \sum_{j=1}^n \text{LHRJ} \times \text{Cj} \times \text{Ej}$
 $= 46 \times 1 \times 0,01579$
 $= 0,726$

- LEA $= \sum_{j=1}^n \text{LHR}_{20} \times \text{Cj} \times \text{Ej}$
 $= 56,128 \times 1 \times 0,01579$
 $= 0,886$

4. Truk 3 As

- LEP $= \sum_{j=1}^n \text{LHRJ} \times \text{Cj} \times \text{Ej}$

$$= 48 \times 1 \times 0,4031$$

$$= 19,34$$

- LEA $= \sum_{j=1}^n LHR_{20} \times C_j \times E_j$
 $= 58,56 \times 1 \times 0,4031$
 $= 23,60$

Berikut hasil perhitungan lintas ekivalen (E) seluruh jenis kendaraan, dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini

Tabel 4.7 Nilai LEP Dan LEA

Jenis Kendaraan	LEP	LEA
Mobil	0,0984	0,1200
Bus	10,21	12,46
Truk 2 As	0,726	0,886
Truk 3 AS	19,34	23,60
Jumlah	30,37	37,066

Sumber : PT Chongqing international corporation (CICO)

5. Lintas Ekivalen Tengah

Setelah mendapatkan nilai LEP dan LEA sema kendaraan maka, dapat dihitung nilai lintas ekivalen tengah (LET) menggunakan persamaan 2.5

- LET $= \frac{\sum LEP + \sum LEA}{2}$
 $= \frac{30,37 + 37,066}{2}$
 $= 33,71$

6. Lintas Ekivalen Rencana

Dari nilai Perhitungan nilai LET dapat dicari nilai LER dengan persamaan

2.6

Sebagai berikut::

- LER $= LET \times FP$

$$= 33,71 \times \frac{20}{10}$$

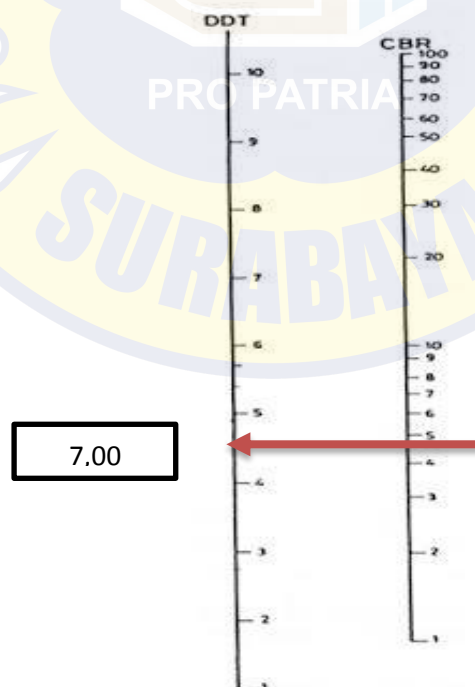
$$= 67,42$$

4.4.2 Daya Dukung Tanah Dasar

Nilai DDT dari hasil perhitungan timbunan tanah dasar dengan kerikil lempungan didapatkan nilai CBR yang mewakili sebesar 17,12% sehingga nilai DDT dapat dihitung menggunakan persamaan berikut

$$\begin{aligned} \text{DDT} &= 4,3 \log \text{CBR} + 1,7 \\ &= 4,3 \log 17,12\% + 1,7 \\ &= 7,00 \end{aligned}$$

Selain menggunakan persamaan diatas nilai DDT juga dapat menggunakan grafik korelasi antar nilai CBR dan DDT, maka dari gambar 4.1 diperoleh nilai Daya Dukung Tanah dasar sebesar 7,00



Gambar 4.1 Nilai DDT

4.4.3 Tebal Lapisan Perkerasan

1. Faktor Regional

Pada faktor regional dibutuhkan data curah hujan, kelandaian jalan dan % kendaraan berat sebagai berikut:

- Curah hujan > 900mm/thn
- Kelandaian jalan 1%
- Kendaraan berat = $\frac{48+46+34}{34+48+46+245} \times 100\% = 0,343\%$

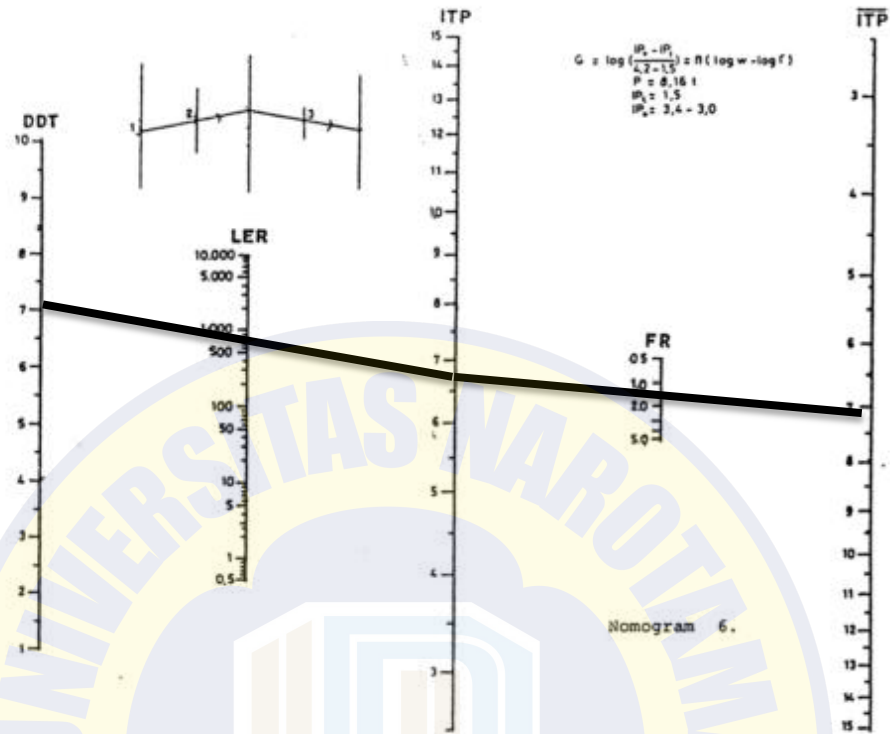
Sehingga berdasarkan tabel 2.6 didapatkan nilai FR sebesar 1,5%

2. Indeks permukaan

- Direncanakan lapisan permukaan jalan menggunakan lapen dengan roughness ≤ 3000 mm/km sehingga berdasarkan 2.8 didapatkan Ipo sebesar 3,0
- Untuk jalan local dengan nilai LER 67,42 maka dari tabel 2.7 didapatkan nilai LIP sebesar 1.5

3. Harga indeks tebal perkerasan

Untuk menentukan ITP dapat menggunakan nomogram karena nilai LER (67,42) < (10.000).



Gambar 4.2 Nomogram Itp

dari nomogram diatas didapat ITP sebesar 6,7 dan ITP = 6,7

4. Perencanaan Susunan Tebal Perkerasan

Untuk mendesain lapisan perkerasaan lentur, pada umumnya ditentukan terlebih dahulu tebal minimum lapisan permukaan berdasarkan tabel 2.10 dan lapisan pondasi atas berdasarkan tabel 2.11 dengan nilai ITP maka ditntukan tebal minimum tiap lapisan sebagai berikut:

- Lapis permukaan

Jenis (Asphalt MS 340 kg)

(a1) : 0,26

Tebal minimum (D1) = 7,5 cm, maka D1 = 10 cm

- Lapis pondasi atas

Jenis : Agregat kelas A

(a2) : 0,14

Tebal minimum (D2) = 20 cm

- Lapisan pondasi bawah

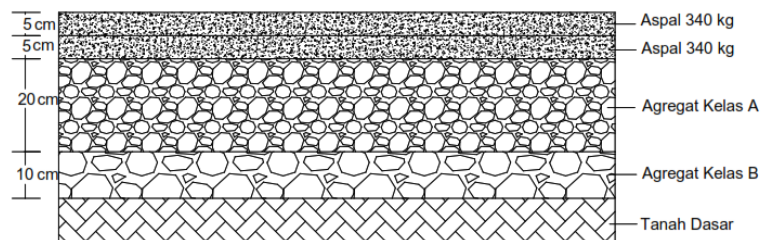
Jenis : Agregat Kelas B

(a3) : 0,13

Maka, tebal lapisan pondasi bawah dihitung menggunakan persamaan 2.8 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{ITP} &= a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3 \\
 6,7 &= (0,26 \times 10) + (0,14 \times 20) + (0,13 \times D_3) \\
 6,7 &= 2,6 + 2,8 + 0,13 \times D_3 \\
 6,7 - 2,6 - 2,8 &= 0,13D_3 \\
 1,3 &= 0,13D_3 \\
 D_3 &= \frac{1,3}{0,13} = 10 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan tebal masing – masing tiap lapisan perkerasan pada Gambar 4.2 sebagai berikut



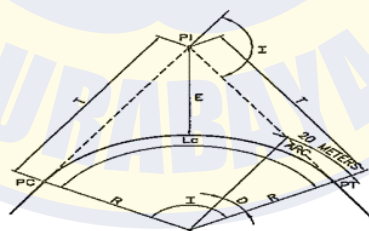
Gambar 4.3 Tebal Perkerasan Berdasarkan SKBI 1987

4.4.4 Alinyemen Horizontal

Direncanakan pembuatan jalan kelas iii untuk jalan penghubung, peraturan perencanaan jalan raya (ppgjr) no.13 /1970 standar geometrik adalah.

- Klasifikasi jalan = kelas iii
- Kecepatan rencana = 60 km/jam
- Lebar perkerasan = 2 x 300 m
- Lebar bahu jalan = 2 x 1 m
- Miring melintang jalan (transversal) = 2%
- Miring melintang bahu jalan = 3 %
- Miring memanjang jalan (longitudinal) maksimal = 10%
- Kemiringan talud = 1 : 2

Berdasarkan perhitungan pada trase jalan yang direncanakan terdapat 1 satu tikungan horizontal yaitu :



Gambar 4.4 full circle

- Lengkung horizontal pi1, $b = 1637^\circ$ (full circle)

Untuk mencari lengkung horizotal pada tikungan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

- Emaks (superelevasi maksimum) = 10 % = 0,10

- Fmaks (koefisien gesekan melintang) dan
- Rmin (jari – jari minimum)

Menurut sukiman (1999), untuk kecepatan rencana (v) < 80 km/jam, berlaku:

$$\begin{aligned} F_{maks} &= 0,00065v + 0,192 \\ &= 0,00065(60) + 0,192 \\ &= 0,153 \end{aligned}$$

Menurut sukiman (1999) , besarnya jari – jari minimum ditentukan dengan rumus :

$$R_{min} = \frac{v^2}{127(e_{maks} + f_{maks})} = \frac{v60^2}{127(0,1 + 0,153)} = 112,041 \text{ m}$$

$$D_{max} = \frac{1432,39}{R} = \frac{1432,39}{112,04} = 12,79^\circ$$

1. TIKUNGAN HORIZONTAL PI_1

a. Menghitung komponen tikungan

$$B = 1637^\circ$$

$$V_r = 60 \text{ km/jam}$$

$$E_{max} = 10\%$$

Dengan data - data diatas, maka tikungan yang digunakan jenis Full circle (FC) karena $B < 20^\circ$

$$\text{Direncanakan jari – jari } R_c = 716 \text{ m} > R_{min} = 112,04 \text{ m}$$

Melalui tabel 4.7 sukirman (1999), diperoleh : $e \ 0,029 < e_{max} = 0,1$ dan $LS = 50 \text{ m}$

$$T_c = r_c \times \text{tg } \frac{1}{2} B$$

$$= 716 \times \text{tg } \frac{1}{2} (1637^\circ)$$

$$= 98,239 \text{ m}$$

$$E_c = t_c \times \text{tg } \frac{1}{4} B$$

$$= 98,239 \times \text{tg } \frac{1}{4} (15,625^\circ)$$

$$L_c = 0,01745 \times b \times r_c$$

$$= 0,01745 \times 15,625^\circ \times 716$$

$$= 195,222 \text{ m}$$

$$\text{Landai relatif} = \frac{(3,75)(0,02+0,029)}{50} = 0,00368$$

$$= \frac{\frac{3}{4}LS}{50} = \frac{(X+2)}{(E+2)}$$

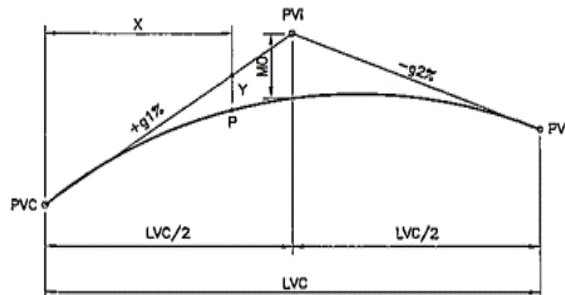
$$= \frac{\frac{3}{4}LS}{50} = \frac{(X+2)}{4,9}$$

$$X = 1,675 \%$$

Data untuk lengkung full circle adalah :

$V = 60 \text{ km/jam}$	$E_c = 6708 \text{ m}$
$B = 15,625^\circ$	$L_c = 195,222 \text{ m}$
$T_c = 98.239 \text{ m}$	$x = 1675\%$

4.4.5 Alinyemen Vertikal



1. Data perencanaan

Dari perencanaan dan perhitungan alinyemen horizontal pada awal proyek (titik A) sampai dengan titik B, diperoleh data – data sebagai berikut :

Sta. pi = d1 = 209.00 meter, Vr1 = 40 km/jam, dan $\Delta_1 = 30,5^\circ$

Sta. pi = d2 = 429.00 meter, Vr2 = 60 km/jam, dan $\Delta_2 = 19,5^\circ$

2. Perencanaan Landau Jalan

- Landau pertama

Data $t_1 = 72,5$ m ; $t_2 = 60$ m ; $d_1 = 200$ m

$$\frac{t_2 - t_1}{d_1} \times 100 \% = \frac{60 - 72,5}{200} \times 100\% = -6,25\%$$

Maka $G_1 =$ (turun)

- Landau kedua

$T_2 = 60$ m ; $t_3 = 60$ m ; $d_2 = 273$ m

$$\frac{t_3 - t_2}{d_2} \times 100 \% = \frac{60 - 60}{273} \times 100\% = 0\%$$

$G_2 =$ (datar)

- Landai ketiga

$T_3 = 60$ m ; $t_4 = 72,5$ m ; $d_3 = 277$ m

$$\frac{t_4 - t_3}{d_3} \times 100 \% = \frac{72,5 - 60}{277} \times 100\% = 4,512\%$$

$G_3 =$ (naik)

- Landau ke empat

$T_4 = 75$ m ; $t_5 = 72,5$ m ; $d_4 = 104$ m

$$\frac{t_5 - t_4}{d_4} \times 100 \% = \frac{72,5 - 75}{104} \times 100\% = -2,4\%$$

$G_4 =$ (turun)

3 Perhitungan jarak pandangan

A. Jarak pandangan menyap dan jarak pandangan henti

Tikungan pertama

Untuk $V_r = 40$ km/jam ; dengan landau $g = 6,25\%$

Data :

$$t_1 = 2,12 + (0,026 \cdot V_r) = 2,12 + (0,026 \cdot 40) = 3,16$$

$$t_2 = 6,56 + (0,048 \cdot V_r) = 6,56 + (0,048 \cdot 40) = 8,48$$

maka :

$$\begin{aligned}d_1 &= 0,278 \cdot t_1 \cdot [V_r - m + (1/2 \cdot a \cdot t_1)] \\ &= 0,278 \cdot 16 \cdot [40 - 20 + (1/2 \cdot 2,196 \cdot 3,16)] = 20,62 \text{ m.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}d_2 &= 0,278 \cdot V_r \cdot t_2 \\ &= 0,278 \cdot 40 \cdot 8,48 = 94,2978 \text{ m.}\end{aligned}$$

$$d_3 = 30 \text{ m (Daftar 21 Hal. 126)}$$

$$d_4 = 2/3 \cdot d_2 = 2/3 \cdot 94,297 = 62,87 \text{ m.}$$

$$\begin{aligned}\sum d &= d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \\ &= 20,617 \text{ m} + 94,297 \text{ m} + 30 \text{ m} + 62,865 \text{ m} = 207,78 \text{ m.}\end{aligned}$$

$$d_{\text{hitung}} = 207,78 \text{ m} > d_{\text{min}} \text{ PPGIR} = 150 \text{ m.}$$

Diambil panjang pandang menyiap rencana $d = 210 \text{ m.}$

• Jarak pandang henti

Untuk $V_r = 40$ km/jam; $F_m = 0,375$

$$\frac{v_r^2}{254 \cdot f_m \pm l} = \frac{40^2}{254 \cdot 0,375 + 200} = 39,51$$

$$D_p = 0,278 \cdot v_r \cdot t + m$$

$$D_p_{\text{hitung}} = 39,51 \text{ m} < d_{\text{min}} \text{ PPGJR} = 40 \text{ m}$$

Diambil jarak pandang henti rencana 40 m

Maka pada perencanaan s menyap = 210 m, dan s henti = 40 m (lampiran 02, geometric jalan raya : materi perkuliahan spl.541)

Tikungan kedua

- **Perhitungan jarak pandang menyap**

Untuk $Vr1 = 60$ km/jam ; dengan landai $g = 4,51, \%$

Data

$$t1 = 2,12 + 0,026 \cdot Vr = 2,12 + 0,026 \cdot 60 = 3,68$$

$$t2 = 6,56 + 0,048 \cdot Vr = 6,56 + 0,048 \cdot 60 = 9,44$$

maka :

$$\begin{aligned} d_1 &= 0,278 \cdot t_1 \cdot [Vr - m + (1/2 \cdot a \cdot t_1)] \\ &= 0,278 \cdot 3,68 \cdot [60 - 20 + (1/2 \cdot 2,268 \cdot 3,68)] = 40,08 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_2 &= 0,278 \cdot Vr \cdot t_2 \\ &= 0,278 \cdot 60 \cdot 9,44 = 157,46 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$d_3 = 30 \text{ m (Daftar 21 Hal. 126)}$$

$$d_4 = 2/3 \cdot d_2 = 2/3 \cdot 157,46 = 104,97 \text{ m.}$$

$$\begin{aligned} \sum d &= d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \\ &= 40,08 \text{ m} + 157,46 \text{ m} + 30 \text{ m} + 104,97 \text{ m} = 332,51 \text{ m} \end{aligned}$$

$$d_{hitung} = 332,51 \text{ m} > d_{min} \text{ PPGJR} = 250 \text{ m}$$

Diambil panjang pandang menyap rencana $d = 340$ m

- **Jarak pandang henti**

Untuk $Vr = 60$ km/jam ; $f_m = 0,92$

$$\frac{vr^2}{254 \cdot fm + j} = \frac{60^2}{254 \cdot 0,92 + 2,77} = 68,44$$

$$D_p = 0,278 \cdot V_r \cdot t + m$$

$$D_{\text{hitung}} = 68,44 \text{ m} < d_{\text{min}} \text{ PPGJR} = 75 \text{ m}$$

Pada perencanaan ini diambil untuk rencana $S_{\text{menyap}} = 300 \text{ m}$, dan $S_{\text{henti}} = 75 \text{ m}$ (lampiran 02 , geometrik jalan raya : materi perkuliahan spl.541)

4. Perhitungan Lengkung Vertikal Cengkung (PPV1)

Data perencanaan

1. Perhitungan lengkung vertikal PPV1 (cekung)

Data :

$$G_1 = -8,37\% ; S_{\text{menyap}} = 200 \text{ m} ;$$

$$G_2 = 0,0349\% ; L = 217,4 \text{ m} ; S_{\text{henti}} = 45 \text{ m}$$

$$G_3 = g_2 - g_1$$

$$= 0,0349\% - (- 8,37\%)$$

$$= 8,37 \%$$

a. Lengkung vertikal minimum

- $S_{\text{menyap}} = 200 \text{ m} > L = 217,4 \text{ m}$

Digunakan rumus : ($h_1 = 1,2 ; h_2 = 0,1$)

$$L_v = 2, s \frac{(150+3,5 S)}{A}$$

$$L_v = 2.200 - 2, s \frac{(150+3,5 X 200)}{8,37} = 298,446 \text{ m}$$

- $S_{\text{henti}} = 40 \text{ m} < L = 236,11 \text{ m}$

a. Digunakan rumus : ($h_1 = 1,2 ; h_2 = 1,2$)

$$L_v = \frac{AS^2}{120 + 3,5 S}$$

$$L_v = \frac{34,244\% \times 40^2}{120 + 3,5 \times 40} = 42,46 \text{ m}$$

$$L_v = \frac{A.S^2}{100 \sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}^2}$$

Oleh sebab itu l_v yang memenuhi syarat untuk keadaan ini digunakan berdasarkan jarak pandang menyap. Diambil l_v disain = 70



4.5 Perhitungan Perkerasan Jalan Manual Perkerasan Jalan (REVISI JUNI 2017) No.04/SE/Db/2017

4.5.1 Lalu Lintas Rencana

- Umur rencana

Umur rencana pada perkerasan jalan baru direncanakan 20 tahun, untuk elemen perkerasan yang menggunakan lapisan aspal dan lapisan berbutir.

- Faktor pertumbuhan lalu lintas (R)

Diketahui angka pertumbuhan lalu lintas pada jalan Aituto, Ainaro Timor –Leste, sebesar 12,94 % selanjutnya menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana menggunakan persamaan 2.9

$$R = \frac{(1 + 0,01)^{UR} - 1}{0,01i} \dots \dots \dots (2.9)$$

$$R = \frac{(1+0,01)^{20}-1}{0,01 \times 12,94\%} = 1,70\%$$

- Faktor distribusi dan kapasitas lajur

Menentukan nilai faktor distri busi lajur (D_L) menggunakan **Tabel 2.14 sebesar 100%** dengan jumlah 1 lajur setiap arah. Sedangkan untuk kapasitas lajur (D_D) diambil sebesar 1,0

- Beban sumbuh standar kumulatif

Nilai beban standar kumulatif (CESA) didapat dari perhitungan menggunakan **Tabel 2.17** untuk mencari nilai VDF pada setiap jenis

kendaraan dan persamaan 2.10 untuk mencari nilai $ESA_{TH - 1}$.

Berikut merupakan contoh perhitungan pada kendaraan.

$$\begin{aligned} \text{➤ } ESA_4 &= (\Sigma \text{jenis Kendaraan LHRT} \times VDF_4) \times 365 \times R \times DD \times \\ &DL \end{aligned}$$

$$ESA_4 = (246 \times 0,3) \times 365 \times 1,70 \times 1,00 \times 0,01 = 152,643$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } ESA_5 &= (\Sigma \text{jenis Kendaraan LHRT} \times VDF_5) \times 365 \times R \times DD \times \\ &DL \end{aligned}$$

$$ESA_5 = (246 \times 0,2) \times 365 \times 1,70 \times 1,00 \times 0,01 = 305,286$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } ESA_4 &= (\Sigma \text{jenis Kendaraan LHRT} \times VDF_4) \times 365 \times R \times DD \times \\ &DL \end{aligned}$$

$$ESA_4 = (34 \times 1,0) \times 365 \times 1,70 \times 1,00 \times 0,01 = 210,97$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } ESA_5 &= (\Sigma \text{jenis Kendaraan LHRT} \times VDF_5) \times 365 \times R \times DD \times \\ &DL \end{aligned}$$

$$ESA_5 = (34 \times 1,0) \times 365 \times 1,70 \times 1,00 \times 0,01 = 210,97$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } ESA_4 &= (\Sigma \text{jenis kendaraan LHRT} \times VDF_4) \times 365 \times R \times DD \times \\ &DL \end{aligned}$$

$$ESA_4 = (46 \times 0,8) \times 365 \times 1,70 \times 1,00 \times 0,01 = 228,344$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } ESA_5 &= (\Sigma \text{jenis kendaraan LHRT} \times VDF_5) \times 365 \times R \times DD \times \\ &DL \end{aligned}$$

$$ESA_5 = (46 \times 0,8) \times 365 \times 1,70 \times 1,00 \times 0,01 = 228,344$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } ESA_4 &= (\Sigma \text{jenis kendaraan LHRT} \times VDF_4) \times 365 \times R \times DD \times \\ &DL \end{aligned}$$

$$ESA_4 = (48 \times 1,6) \times 365 \times 1,70 \times 1,00 \times 0,01 = 268,056$$

$$\text{ESA5} = (\sum \text{jenis kendaraan LHRT} \times \text{VDF5}) \times 365 \times R \times \text{DD} \times \text{DL}$$

$$\text{ESA5} = (48 \times 1,7) \times 365 \times 1,70 \times 1,00 \times 0,01 = 238,272$$

Tabel 4.8 Perhitungan Nilai Cesa

Jenis kendaraan	LHR 2019	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5
Mobil 2 Ton	246	0,3	0,2	152,643	305,286
Bus Besar 3 ton	34	1,0	1,0	210,97	210,97
Truk Kecil 2 Sumbu 6 Ton	46	0,8	0,8	228,344	228,344
Truk Besar 2 Sumbu 13 Ton	48	1,6	1,7	476,544	844,169
total	-	-	-	1068	1588,769

4.5.2 Pemilihan Struktur Perkerasan

Dari hasil perhitungan didapatkan $ES_{A5} 20 \text{ tahun} = 1588,769 > 10 - 30 \text{ juta } ES_A$, maka dari **Tabel 2.32** dipilih pemilihan jenis perkerasan menggunakan bagan desain 3 perkerasan lentur. Maka nilai ES_{A5} termasuk ke dalam struktur FFF5

Tabel 4.9 Pemilihan Struktur Perkerasan

	Bagian desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali disebutkan lain)				
		0 – 0,5	0,1 – 4	>4 – 10	>10-30	>30-200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (diatas) tanah dengan CBR>2,5%	4	-	-	2	2	2
Pekerasan kaku dengan lalu lintas rendah (desa dan daerah perkotaan)	4A	-	1,2	-	-	-
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (pangkat ESA 5)	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal $\geq 100 \text{ mm}$ dengan lapis pondasi	3B	-	-	1,2	2	2

berbutir (pangkat 5)						
AC atau HRS tipis diatas lapis pondasi berbutir	3A	-	1,2	-	-	-
Burda atau burtu dengan LPA kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapisan pondasi soil cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (japat/jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

Sumber : Bina Marga (2017)

Dari **Tabel 4.8** untuk pemilihan jenis perkerasannya yaitu menggunakan bagan desain 3. Dimana pada bagan desain 3 jenis perkerasannya menggunakan AC – WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CBT (ESA pangkat).

4.5.3 Koefisien Drainase (M)

Direncanakan jalan Aituto, Ainaro Timor – Leste dilengkapi salaluran drainase baik sekali, air yang menggenang hilang dalam 2 jam, dengan kadar air mendekati jenuh 1% - 5% maka nilai koefisien drainase berdasarkan tabel 2.19 diambil 1.

4.5.4 Prosedur Desain Pondasi Jalan

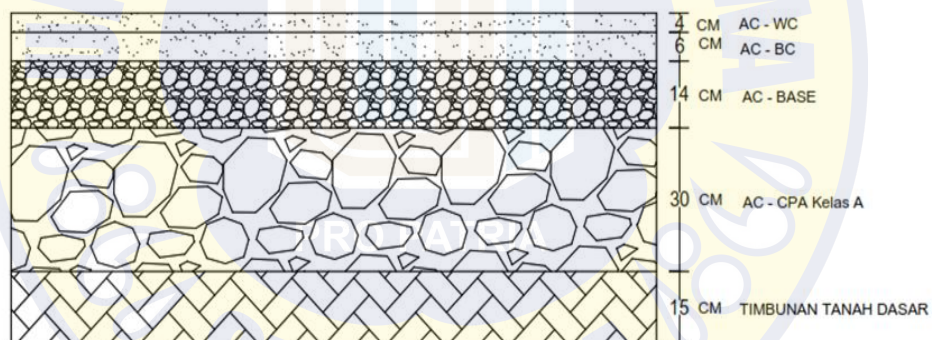
Hasil CBR tanah dasar didapktan 17,12 % dari tabel 2.21 maka CBR tanah dasar pada jalan Aituto, Ainaro Timor – Leste termasuk kedalam kelas kekuatan tanah dasar SG6 yang artinya tidak perlu dilakukan peninkatan pada tanah dasar.

Tabel 4.10 Desain 3B Perkerasan Lentur – Aspal Dengan Lap Is Pondasi Berbutir

	STRUKTUR PERKERASAN								
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	F5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
Aolusi yang dipilih lihat catatan 2									

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10 pangkat 6 ESA5)	<2	≥ 2 - 4	> 4 - 7	> 7 - 10	> 10 - 20	> 20 - 30	> 30- 50	> 50 -100	> 100 - 200	
KETEBALAN 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	
LPA kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300	
Catatan	1		2			3				

Dari **tabel 4.21** bagan desain 3B perkerasan lentur diatas, didapatkan hasil tebal masing – masing tiap lapisan perkerasan pada **Gambar 4.4** berikut :



Gambar 4.7 Manual Perkerasan Jalan /2017

4.6 Perencanaan Dimensi Saluran

Pada sub ini akan dibahas tentang perhitungan debit dan perhitungan dimensi saluran dari Sta 89 + 000 – 94 + 000. Dimensi saluran akan direncanakan menggunakan saluran berbentuk segi empat dengan ketentuan sebagai berikut :

- Panjang saluran drainase (L) = 5000 m

L1 Perkerasan Aspal	= 2.25 m
L2 Bahu Jalan	= 0.8 m
L3 Bagian Luar Jalan	= 4 m

- Selanjutnya Tentukan Besarnya c (Tabel 2.29)

Aspal c1	= 0,70
Bahu jalan c2 (tanahn berbutir halus)	= 0,50
Perumahan c3 (perbukitan)	= 0,70

- Tentukan lus daerah

$$A1 = L1 \times \text{panjang saluran}$$

$$= 2,25\text{m} \times 5000 \text{ m} = 11250 \text{ m}^2$$

$$A2 = l2 \times \text{panjang saluran}$$

$$= 0,8 \text{ m} \times 5000 \text{ m} = 4000 \text{ m}^2$$

$$A3 = L3 \times \text{panjang saluran}$$

$$= 4 \text{ m} \times 5000 \text{ m} = 20000 \text{ m}^2$$

- Koefisien Pengaliran Rata – Rata

$$C = \frac{C1 \times A1 + C2 \times A2 + C3 \times A3}{A1+A2+A3} = \frac{0,70 \times 11250 + 0,50 \times 4000 + 0,70 \times 20000}{11250+4000+20000} = 0,67$$

- Waktu konsentrasi (Tc)

$$Tc = t1 + t2$$

$$T1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{l_s}\right)^{0,167} \dots \dots \dots 2.12$$

$$T_{aspal} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2,0 \times \frac{0,013}{0,5}\right)^{0,167} \dots \dots \dots (2.13)$$

$$= 0,87 \text{ menit}$$

$$T_{batu} = \left(\frac{2}{3} \times 0,8 \times 1,0 \times \frac{0,01}{0,03}\right)^{0,167} \dots \dots \dots (2.14)$$

$$= 0,87 \text{ menit}$$

$$T_{\text{perumahan}} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 8,0 \times \frac{0,01}{0,03}\right)^{0,167} \dots\dots\dots 2.15$$

$$= 1,00 \text{ menit}$$

$$T1 \text{ dari badan jalan} = 0,50 + 0,58 = 1,08 \text{ menit}$$

$$T1 \text{ dari perumahan} = 1,00 \text{ menit}$$

$$T2 = \frac{L}{60 \times V} = \frac{5000}{60 \times 1,5} = 55,5 \text{ menit} \dots\dots\dots (2.16)$$

$$Tc = t1 + t2 = 1,08 + 55,5 = 56,58 \text{ menit}$$

4.6.1 Data curah hujan

Tabel 4.11 Data Curah Hujan Tahun (2015 – 2020)

Tahun	Curah Hujan (mm)
2016	1693,5
2017	1128,6
2018	1300,6
2019	906,9
2020	648,9
Jumlah curah hujan	5678,3
Rata – Rata Mm/ Tahun	$5678,3/5 = 1135,6$

Sumber : PT Chongqing international corporation (CICO)

4.6.2 Tentukan Intesitas Curah Hujan Maksimum

Menentukan curah hujan maksimum dengan memplotkan harga T_c
 $= 56.58$ menit.

Kemudian tarik garis ke atas sampai memotong garis lengkung
 intensitas

hujan maka di dapat $I = 92\text{mm/jam}$



- Hitung besarnya debit

Perhitungan ini menggunakan rumus (2).

$$Q = 0,00278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(17)$$

$$Q = 0,00278 \times 0,988 \times 92 \times 0,035 \dots\dots\dots(18)$$

$$= 0,0088$$

$$A = 11250 \text{ m}^2 + 4000\text{m}^2 + 20000 \text{ m}^2 = 35250 \text{ m}^2 = 0,035 \text{ km}^2$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \dots\dots\dots(2.16)$$

$$= \frac{1}{3,6} \times 0,988 \times 92 \times 0,035$$

$$= 0,883 \text{ m}^3/\text{detik}$$

4.6.3 Penentuan Dimensi Saluran

Penentuan dimensi dengan penentuan bahan

- Saluran direncanakan dibuat dari beton dengan kecepatan aliran yang diijinkan 1,50 m/detik (tabel 2.26)
- Bentuk penampang segi empat
- Kemiringan saluran memanjang yang diijinkan 7,5% (tabel 2.27)

- Angka kekerasan permukaan saluran manning (tabel 2.28) $n = 0,013$

kecepatan saluran (V) < kecepatan ijin dan kemiringan saluran

$$V = 1,3 \text{ m/detik} < v_{ijin} = 1,50 \text{ m/detik}$$

$$I_s = 3 \%$$

Dengan dimensi $h = 0,7 \text{ m}$

$$1,3 = \left(\frac{1}{0,013} \times \left(\frac{0,5 \times b}{1+b} \right)^{2/3} \times 3\%^{1/2} \right) = 0,8 \text{ m}$$

Maka lebar saluran (b) = $0,8 \text{ m}$

Tentukan tinggi jagaan saluran

$$W = \sqrt{0,5 \times h} = \sqrt{0,5 \times 0,6} = 0,5$$

Berikut gambar dimensi saluran



Gambar 4.8 Dimensi Saluran

4.7 Pembahasan

Berdasarkan perencanaan perkerasan jalan yang mengacu pada Metode Analisa Komponen 1987 desain perkerasan lentur pada lapis permukaan menggunakan laston MS 744 kg dengan tebal AC – WC 5 cm AC – BC 5 cm , lapis pondasi atas menggunakan Agregat Kelas A dengan tebal 20 cm , Lapis pondasi bawah menggunakan Agregat Kelas B dengan

tebal 15 cm. Perencanaan perkerasan jalan yang mengacu pada Metode Manual Perkerasan Jalan 2017 didapatkan desain susunan perkerasan lentur dengan bagan desain 3b didapatkan desain susunan perkerasan lentur pada lapisan permukaan menggunakan AC – WC dengan tebal 4 cm dan AC – BC dengan tebal 6 cm , lapis pondasi atas menggunakan AC – Base dengan tebal 8 cm, dan lapis pondasi bawah menggunakan LPA kelas A dengan tebal 30 cm. Hasil perhitungan dimensi saluran drainase sengan menggunakan metode yang sesuai dengan aturan – aturan yang dipakai dalam merencanakan drainase, maka didapat lebar saluran 0,8, tinggi saluran 0,7 m dan tinggi jangaan 0,6 m dengan bentuk saluran segi empat.

