

**PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN  
DARI PERKERASAN LENTUR KE PERKERASAN KAKU PADA RUAS  
LINGKAR UTARA MIJEN - PEGANJARAN  
STA 0+000 - 2+336,5 KUDUS JAWA TENGAH  
DENGAN METODE NAASRA  
(*NATIONAL ASSOCIATION OF AUSTRALIAN STATE ROAD AUTHORITIES*)**

Aris Krisdiyanto  
Resti Dwiyanoro  
Mochamad Abdullah

**ABSTRAK**

Dengan meningkatnya arus lalu lintas pada ruas jalan Lingkar Utara Mijen - Pegunungan, maka beban jalan yang diterima semakin besar, sehingga jalan akan mengalami penurunan kekuatan struktur. Ruas jalan tersebut mempunyai kondisi existing jalan yang bergelombang dan banyak lobang yang sangat berbahaya bagi pengguna jalan raya. Hal ini dikarenakan konstruksi perkerasan saat ini yaitu perkerasan lentur tidak mampu menahan beban kendaraan yang melaju di atasnya. Melihat permasalahan tersebut, maka pada ruas jalan yang lebih kuat yaitu dengan menggunakan perencanaan perkerasan kaku.

Dari latar belakang tersebut, maka pada ruas jalan Lingkar Utara Mijen - Pegunungan dilakukan perencanaan peningkatan jalan agar struktur jalan dapat menahan beban kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut. Peningkatan jalan tersebut dari perkerasan lentur ke perkerasan kaku, dengan lebar jalan 4 x 3.50 m dan tebal 20 Cm.

***ABSTRACT***

*With increasing the flow of traffic at the roads of Lingkar Utara Mijen - Pegunungan that will be bigger, accepted so that its path will decrease the power structure. The roads have the condition of existing road wavy and many holes which it is dangerous for user of the highway. It was because the construction pavement of which there are now is pavement pliable not capable of withstanding the burden of*

*vehicles traveling on it. See the problems, the roads need to an increase in the structure of a road that stronger that is by using rigid pavement.*

*From the background, the roads of Lingkar Utara Mijen - Pegunungan done planning an increase in the roads to avoid the structure of the road can be resist vehicles passing through roads. An increase in the road from flexible pavement to rigid pavement, with the breadth 4 x 3.50 m and thick pavement of 20 cm.*

## **Latar Belakang**

Ruas Jalan Lingkar Utara Mijen – Pegunungan ( Kab. Kudus ) merupakan jalan lokal ( jalan kabupaten ) dan bagian dari ruas Jalan Lingkar Kudus - Jepara yang merupakan jalur penghubung antara Kecamatan Kaliwungu dengan Kabupaten Jepara. Ruas jalan tersebut terletak di wilayah persawahan dan merupakan jalur perindustrian yang banyak dilalui truk pengangkut bahan baku maupun hasil industri baik dari kecamatan kaliwungu kabupaten kudus maupun industri yang ada di kabupaten jepara. Existing ruas jalan tersebut masih perkerasan lentur ( Flexible Pavement ) mempunyai jumlah lajur 2 lajur 2 arah dengan lebar lajur @3,50 m. Akibat laju pertumbuhan lalu lintas yang terus meningkat, menyebabkan ruas jalan existing yang berupa perkerasan lentur mengalami banyak yang bergelombang dan berlubang.

Melihat permasalahan tersebut, maka pada ruas jalan Lingkar Utara Mijen - Pegunungan (Kudus ) tersebut perlu adanya peningkatan dengan menggunakan perencanaan perkerasan kaku (rigid pavement).

## **Maksud dan Tujuan**

Adapun maksud dari perencanaan peningkatan jalan adalah :

1. Mempengaruhi beban di Ruas Jalan Nasional dan Jalan Propinsi khususnya di daerah Kota Jepara.
2. Mendukung pembangunan pemerintah dalam bidang transportasi, pariwisata dan pemerataan ekonomi.
3. Meningkatkan keamanan dan kenyamanan pada ruas jalan lingkar Jepara khususnya Jalan Lingkar Utara Mijen – Pegunungan (Kab. Kudus).
4. Meningkatkan pelayanan kapasitas jalan di saat waktu sibuk lalu lintas di mana perpindahan manusia akan meningkat lebih banyak lagi.

Tujuan :

Adapun tujuan dalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah merencanakan Perkerasan Kaku pada ruas jalan Jalan Lingkar Utara Mijen – Pegunungan pada STA. 0+000 – 2+336,5 di mana yang perlu di perhatikan meliputi :

1. Menghitung kapasitas jalan untuk umur rencana 20 tahun;
2. Menghitung tebal perkerasan konstruksi jalan dengan metode NAASRA untuk umur rencana 20 tahun;
3. Menghitung dimensi drainase.
4. Menghitung Rencana Anggaran Biaya ( RAB ).
5. Menggambar hasil perhitungan.

## **Penentuan Klasifikasi Jalan**

### **1. Perhitungan LHR rata-rata dalam SMP**

Data Lalu Lintas pada Ruas Jalan Lingkar Utara Mijen - Pegunungan dalam 5 ( lima ) tahun terakhir adalah sebagai berikut :

| No                                  | Jenis kendaraan             | Volume lalu - lintas / tahun - smp |          |          |          |          |          |          |          |          |          |      |
|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------|
|                                     |                             | 2014                               | smp/hari | 2015     | smp/hari | 2016     | smp/hari | 2017     | smp/hari | 2018     | smp/hari | koef |
|                                     |                             | kndrn/hr                           |          | kndrn/hr |          | kndrn/hr |          | kndrn/hr |          | kndrn/hr |          |      |
| 1                                   | Sepeda Motor                | 4976                               | 1493     | 5099     | 1530     | 6160     | 1832     | 6625     | 1988     | 7266     | 2180     | 0,3  |
| 2                                   | Mobil penumpang             | 1717                               | 1717     | 1759     | 1759     | 2107     | 2107     | 2286     | 2286     | 2507     | 2507     | 1    |
| 3                                   | Opelet, Combi, dan Mini bus | 187                                | 187      | 192      | 192      | 230      | 230      | 250      | 250      | 274      | 274      | 1    |
| 4                                   | Pick Up, dan Mobil hantaran | 1165                               | 1165     | 1194     | 1194     | 1430     | 1430     | 1552     | 1552     | 1702     | 1702     | 1    |
| 5a                                  | Bus kecil                   | 60                                 | 72       | 62       | 74       | 74       | 89       | 80       | 96       | 88       | 106      | 1,2  |
| 5b                                  | Bus besar                   | 33                                 | 40       | 34       | 41       | 41       | 49       | 44       | 53       | 49       | 59       | 1,2  |
| 6a                                  | Truck ringan 2 as           | 178                                | 214      | 182      | 218      | 218      | 262      | 237      | 284      | 259      | 311      | 1,2  |
| 6b                                  | Truck berat 2 as            | 319                                | 383      | 326      | 391      | 391      | 469      | 424      | 509      | 465      | 558      | 1,2  |
| 7a                                  | Truck berat 3 as            | 86                                 | 112      | 89       | 116      | 106      | 138      | 115      | 150      | 126      | 164      | 1,3  |
| 7b                                  | Truck gandeng 4 as          | 29                                 | 38       | 30       | 39       | 36       | 47       | 39       | 51       | 43       | 56       | 1,3  |
| 7c                                  | Truck semi trailer          | 19                                 | 25       | 19       | 25       | 23       | 30       | 25       | 33       | 27       | 35       | 1,3  |
| 8                                   | Non motor                   | 285                                | 228      | 254      | 203      | 241      | 193      | 267      | 214      | 255      | 204      | 0,8  |
| Total                               |                             | 9054                               | 5672     | 9240     | 5782     | 11003    | 6875     | 11944    | 7464     | 13061    | 8155     |      |
| Kenaikan Lalin / Tahun              |                             |                                    |          | 110      |          | 1093     |          | 589      |          | 691      |          |      |
| Pertumbuhan Lalin ( % )             |                             |                                    |          | 2%       |          | 16%      |          | 8%       |          | 8%       |          |      |
| Rata - rata Pertumbuhan Lalin ( % ) |                             | 9%                                 |          |          |          |          |          |          |          |          |          |      |

## 2. Kapasitas Jalan

Perhitungan kapasitas jalan didasarkan pada rumus :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$$

Dimana :

C = kapasitas (smp/jam)

C<sub>o</sub> = kapasitas dasar (smp/jam)

FC<sub>w</sub> = faktor penyesuaian lebar jalan

FC<sub>sp</sub> = faktor penyesuaian pemisahan arah

FC<sub>sf</sub> = faktor penyesuaian hambatan samping

FC<sub>cs</sub> = faktor penyesuaian hambatan samping

Nilai C<sub>o</sub>, FC<sub>w</sub>, FC<sub>sp</sub>, FC<sub>sf</sub>, dan FC<sub>cs</sub> diperoleh dari tabel di bawah ini :

**Tabel Kapasitas Dasar ( C<sub>o</sub> )**

| <b>TIPE JALAN</b>            | <b>KAPASITAS<br/>DASAR</b> | <b>KET</b>    |
|------------------------------|----------------------------|---------------|
| 4 lajur terbagi/jalan 1 arah | 1.650                      | Per lajur Per |
| 4 lajur tak terbagi          | 1.500                      | lajur Total 2 |
| 2 lajur tak terbagi          | 2.900                      | arah          |

*Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*

**Tabel Faktor Penyesuaian Lebar Jalan (  $FC_w$  )**

| TIPE JALAN                            | LEBAR EFEKTIF JALUR |        |      |
|---------------------------------------|---------------------|--------|------|
|                                       | LALU LINTAS         | $FC_w$ |      |
|                                       | ( m )               |        |      |
| 4 lajur<br>terbagi/jalan<br>satu arah | Per lajur           | 3,00   | 0,92 |
|                                       |                     | 3,25   | 0,96 |
|                                       |                     | 3,50   | 1,00 |
|                                       |                     | 3,75   | 1,04 |
| 4 lajur tak<br>terbagi                | Per lajur           | 3,00   | 0,91 |
|                                       |                     | 3,25   | 0,95 |
|                                       |                     | 3,50   | 1,00 |
|                                       |                     | 3,75   | 1,05 |
| 2 lajur tak-<br>terbagi               | Per lajur           | 5,00   | 0,56 |
|                                       |                     | 6,00   | 0,87 |
|                                       |                     | 7,00   | 1,00 |
|                                       |                     | 8,00   | 1,14 |
|                                       |                     | 9,00   | 1,25 |
|                                       |                     | 10,00  | 1,29 |
|                                       |                     | 11,00  | 1,24 |

*Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*

**Tabel Faktor Penyesuaian Pemisahan Arah ( $FC_{SP}$ )**

| PEMISAH ARAH<br>( % - % ) |   | 50 – 50 | 60 – 40 | 70 - 30 | 80 - 20 | 90 - 10 | 100 – 0 |
|---------------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $FC_{SP}$                 | Dua-lajur 2/2                           | 1,00    | 0,94    | 0,94    | 0,82    | 0,76    | 0,70    |
|                           | Empat-lajur<br>4/2                      | 1,00    | 0,97    | 0,95    | 0,91    | 0,88    | 0,85    |
|                           | Jalan terbagi<br>dan jalan<br>satu arah |         | 1,00    |         |         |         |         |

*Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*

**Tabel Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Sampung ( $FC_{SF}$ )**

| TIPE<br>JALAN | KELAS<br>HAMBATAN<br>SAMPUNG | FAKTOR PENYESUAIAN HAMBATAN<br>SAMPUNG ( $FC_{SF}$ ) |      |      |            |
|---------------|------------------------------|--|------|------|------------|
|               |                              | LEBAR BAHU EFEKTIF ( $W_s$ )                         |      |      |            |
|               |                              | $\leq 0,5$   | 1,0  | 1,5  | $\geq 2,0$ |
| 4 / 2 D       | Very Low                     | 0,96   | 0,98 | 1,01 | 1,03       |
|               | Low                          | 0,94   | 0,97 | 1,00 | 1,02       |
|               | Medium                       | 0,92   | 0,95 | 0,98 | 1,00       |
|               | High                         | 0,88   | 0,92 | 0,95 | 0,98       |
|               | Very High                    | 0,84   | 0,88 | 0,92 | 0,96       |
| 4 / 2 UD      | Very Low                     | 0,96   | 0,99 | 1,01 | 1,03       |
|               | Low                          | 0,94   | 0,97 | 1,00 | 1,02       |
|               | Medium                       | 0,92   | 0,95 | 0,98 | 1,00       |
|               | High                         | 0,87   | 0,91 | 0,94 | 0,98       |
|               | Very High                    | 0,80   | 0,86 | 0,90 | 0,95       |

*Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*



**Tabel Faktor penyesuaian untuk pengaruh ukuran kota ( FCcs )**

| Ukuran Kota ( juta jiwa ) | FCcs |
|---------------------------|------|
| < 0,1                     | 0,86 |
| -0,5                      | 0,90 |
| 0,5 – 1,0                 | 0,94 |
| 1,0 – 3,0                 | 1,00 |
| >3,0                      | 1,04 |

*Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*

Kapasitas jalan existing 2/2 UD :

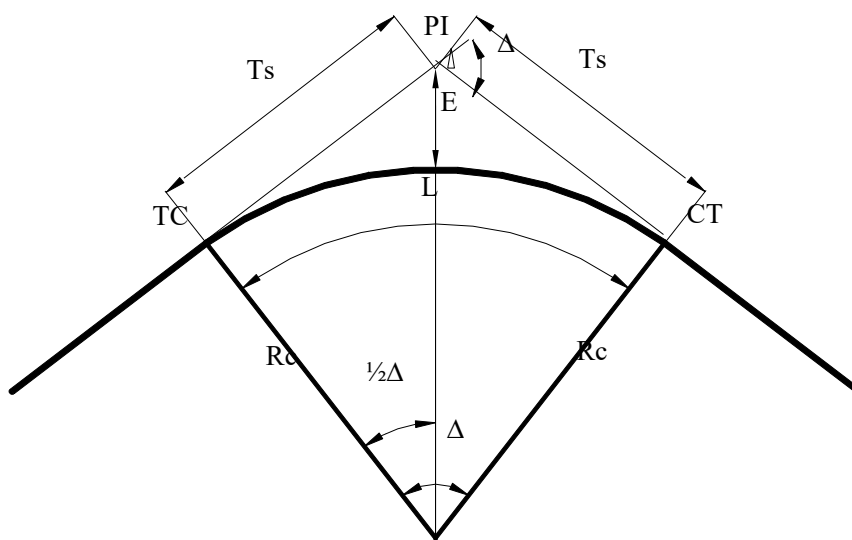
$$\begin{aligned}
 C &= C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \\
 &= (4 \times 1.500) \times 1,00 \times 1,00 \times 0,98 \times 1,00 \\
 &= 5.880 \text{ smp/jam} \rightarrow C > Q (2.031) \text{ ( OK )}
 \end{aligned}$$

## Perencanaan Geometri Jalan

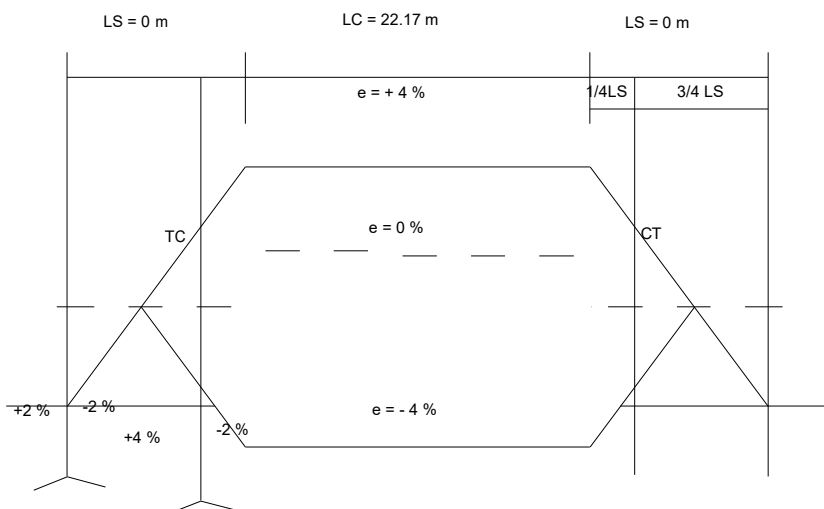
### 1. Alinyemen Horizontal

#### a. Perencanaan Tikungan P3

Digunakan lengkung jenis Full Circle (FC),



**Gambar 4.9 Lengkung Full Circle (FC)**

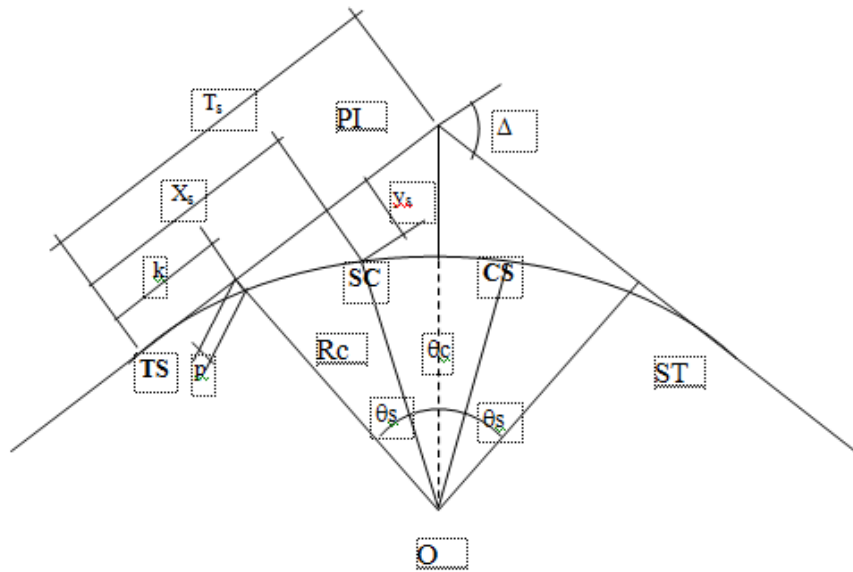


**Gambar 4.10 Diagram Superelevasi Full Circle (FC)**

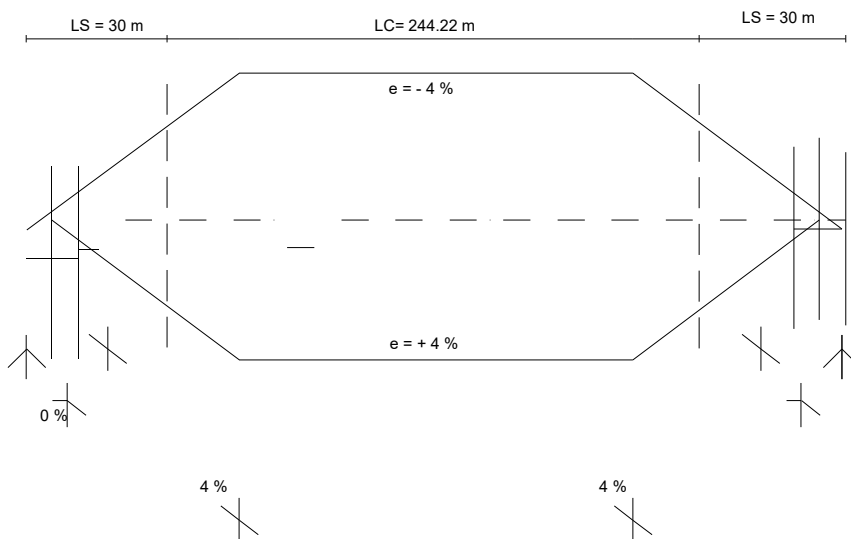
|          | P3           | P4           | units  |
|----------|--------------|--------------|--------|
| P.STA    | 1+841,657    | 2+090,19     |        |
| X        | 14,35        | 16,50        | m      |
| Y        | 11,83        | 12,33        | m      |
| Ls       | 0            | 0            | m      |
| V        | 60           | 60           | km/jam |
| $\Delta$ | 10°35'28,17" | 12°51'29,76" | o ' "  |
| R        | 120          | 120          | m      |
| Tc       | 11.12        | 13.52        | m      |
| Ec       | 0.51         | 0.75         | m      |
| Lc       | 22.17        | 13.52        | m      |
| L        | 22.17        | 13.52        | m      |

**Tabel Perhitungan Lengkung Full Circle (FC)**

b. Perencanaan Tikungan P1



Gambar 4.12 Lengkung Spiral-Circle-Spiral (SCS)



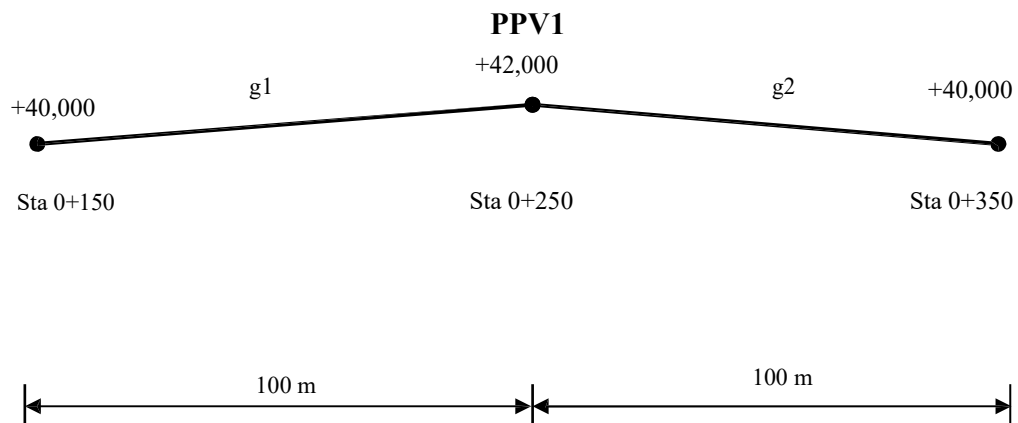
Gambar 4.13 Diagram Superelevasi Lengkung Spiral Circle Spiral (S C S)

**Tabel 4.14 Tabel Perhitungan Spiral Circle Spiral (SCS)**

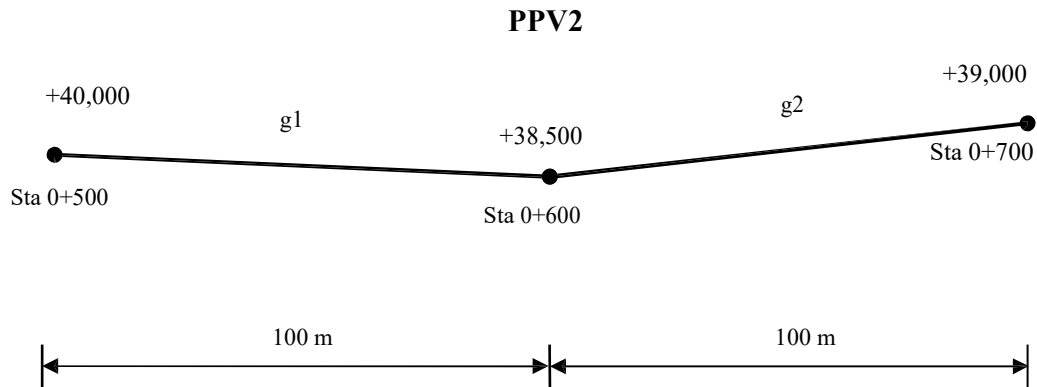
|          | P2          | P8           | Units  |
|----------|-------------|--------------|--------|
| P.STA    | 0+605,979   | 2+814,971    |        |
| X        | 5.84        | 7.60         | m      |
| Y        | 5.07        | 5.58         | m      |
| Ls       | 30          | 30           | m      |
| V        | 60          | 60           | km/jam |
| $\Delta$ | 26°12'0.41" | 21°49'59.03" | ° ' "  |
| R        | 600         | 650          | m      |
| Tc       | 154.632     | 140.368      | m      |
| Ec       | 16.096      | 12.038       | m      |

## 2. Alinyemen Vertikal

### a) Perencanaan alinyemen vertikal titik PPV4



b) Perencanaan alinyemen vertikal titik PPV5



**Tabel Tabel Perhitungan Alinyemen Vertikal**

|        | PPV1  | PPV2  | PPV3  | units  |
|--------|-------|-------|-------|--------|
| P.STA  | 0+150 | 0+500 | 1+250 |        |
| Elv.P1 | 40    | 40    | 39    |        |
| Elv.P2 | 42    | 38.5  | 40.5  |        |
| Elv.P3 | 40    | 39    | 38    |        |
| g1     | 2.00  | -1.50 | 1.50  | %      |
| g2     | -2.00 | 0.50  | -2.50 | %      |
| A      | -4.00 | 2.00  | -4.00 | %      |
| Vr     | 60    | 60    | 60    | km/jam |
| Jh     | 50    | 50    | 50    | m      |
| Jd     | 350   | 350   | 350   | m      |
| Lmin   | 33.90 | 16.95 | 33.90 | m      |
| Lv     | 200   | 100   | 200   | m      |
| Ev     | 1.00  | 0.25  | 1.00  | m      |

## Data Teknis

|   |                          |
|---|--------------------------|
| CBR Tanah Dasar   | = 6 %                    |
| Nilai k   | = 40 kPa/mm              |
| Kuat Tekan Beton ( $f'_c$ )   | = 350 kg/cm <sup>2</sup> |
| $f_r = 0,62 \sqrt{f'_c} = 3,6 \text{ Mpa} > 3,5 \text{ Mpa}$ (min. yang disarankan) |                          |
| Umur Rencana  | = 20 tahun               |
| Lebar   | = 350 cm = 3,50 m        |
| Bahu  | = 150 cm = 1,5 m         |
| Lebar Total   | = 1.400 cm = 14 m        |
| Angka Pertumbuhan   | = 9 %                    |

Volume dan kapasitas lalu lintas harian, pada awal umur rencana tahun 2018 (4 lajur 2 arah) dengan distribusi beban as pada masing-masing sumbu disajikan dalam tabel 4.18 berikut ini :

- a. Data LHR dalam smp pada Ruas Jalan Lingkar Utara Mijen - Pegunungan pada tahun 2018 adalah sebagai berikut :

## Beban Lalu Lintas Rencana

### a. Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga

| Gol | Jenis Kendaraan            | Volume Lalu Lintas | Jumlah             |                | Beban Sumbu |          | Konfigurasi Sumbu |          |
|-----|----------------------------|--------------------|--------------------|----------------|-------------|----------|-------------------|----------|
|     |                            |                    | $\Sigma$ Kendaraan | $\Sigma$ Sumbu | Depan       | Belakang | Depan             | Belakang |
| 1   | Sepeda Motor               | 7266               | 19278.86           | 38558          | 0.5         | 0.5      | STRT              | STRT     |
| 2   | Mobil Penumpang            | 2507               | 6651.82            | 13304          | 1           | 1        | STRT              | STRT     |
| 3   | Opelet,Combi dan Mini bus  | 274                | 727.00             | 1454           | 3           | 6        | STRT              | STRG     |
| 4   | Pick up dan Mobil Hantaran | 1702               | 4515.91            | 9032           | 3           | 6        | STRT              | STRG     |
| 5a  | Bus Kecil                  | 88                 | 233.49             | 467            | 3           | 6        | STRT              | STRG     |
| 5b  | Bus Besar                  | 49                 | 130.01             | 260            | 3           | 6        | STRT              | STRG     |
| 6a  | Truk Ringan 2 As           | 259                | 687.20             | 1374           | 4.2         | 14       | STRT              | STRG     |
| 6b  | Truk Berat 2 As            | 465                | 1233.78            | 2468           | 4.2         | 14       | STRT              | STRG     |

|    |                   |       |        |       |     |      |      |      |
|----|-------------------|-------|--------|-------|-----|------|------|------|
| 7a | Truk Berat 3 As   | 126   | 334.32 | 3343  | 20  | 25   | STRG | SGRG |
| 7b | Truk Gandeng 4 as | 43    | 114.09 | 1141  | 6.4 | 25   | STRG | SGRG |
| 7c | Truk Semitrailer  | 27    | 71.64  | 716   | 20  | 26.2 | SGRG | SGRG |
|    | Σ Total           | 12806 | 33978  | 72117 |     |      |      |      |

Keterangan :

JSKN = Jumlah sumbu kendaraan maksimum

JSKNH = Jumlah Sumbu Kendaraan Maksimum Harian Pada Saat Tahun Ke 0

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan pertumbuhan lalu lintas tahunan (i) dan umur rencana (n)

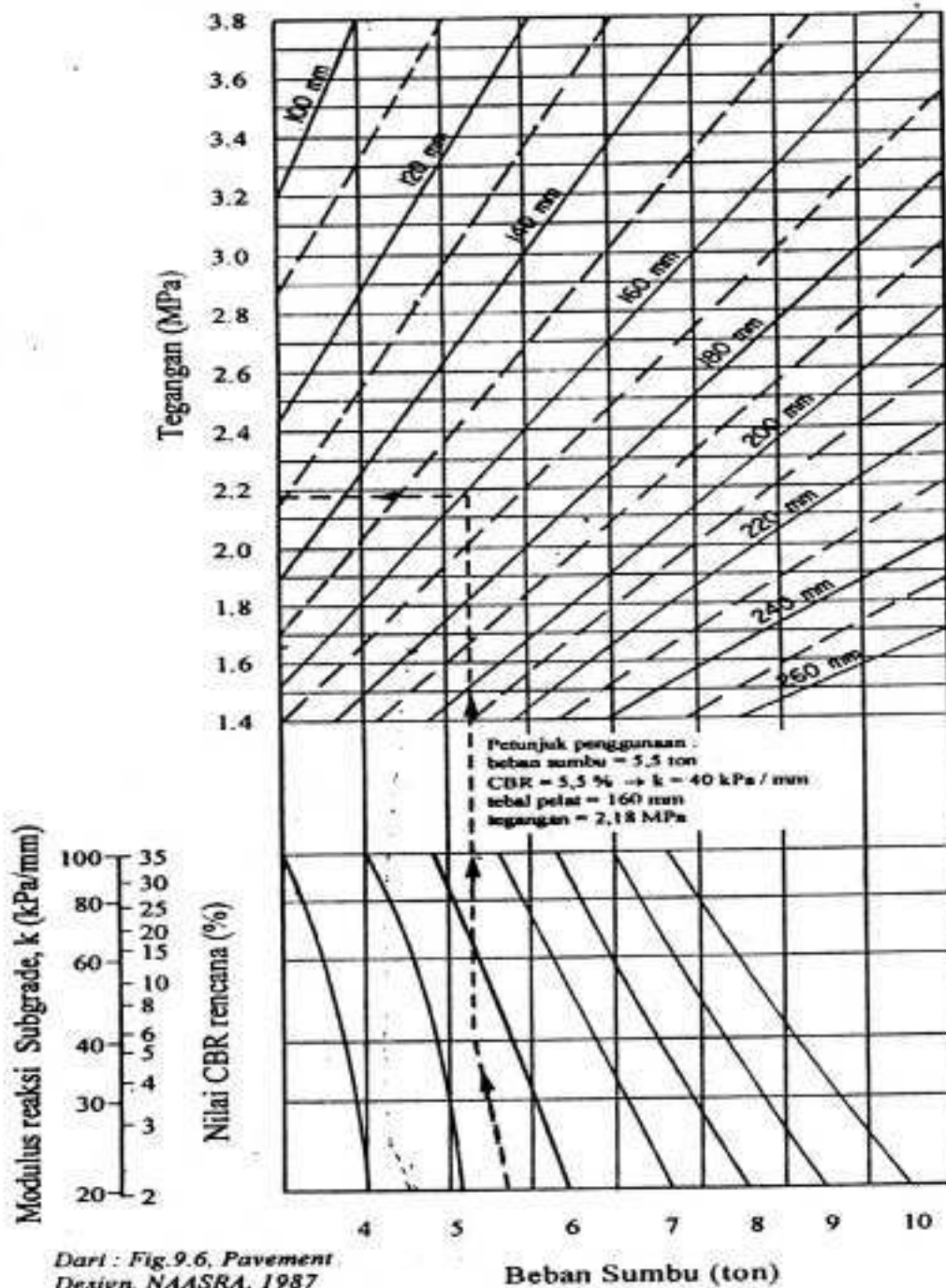
$$R = \frac{(1+i)^n - 1}{\log(1+i)} = \frac{(1+0,09)^{20} - 1}{\log(1+0,09)}$$

$$= 124.3$$



## Grafik Perencanaan untuk STRT

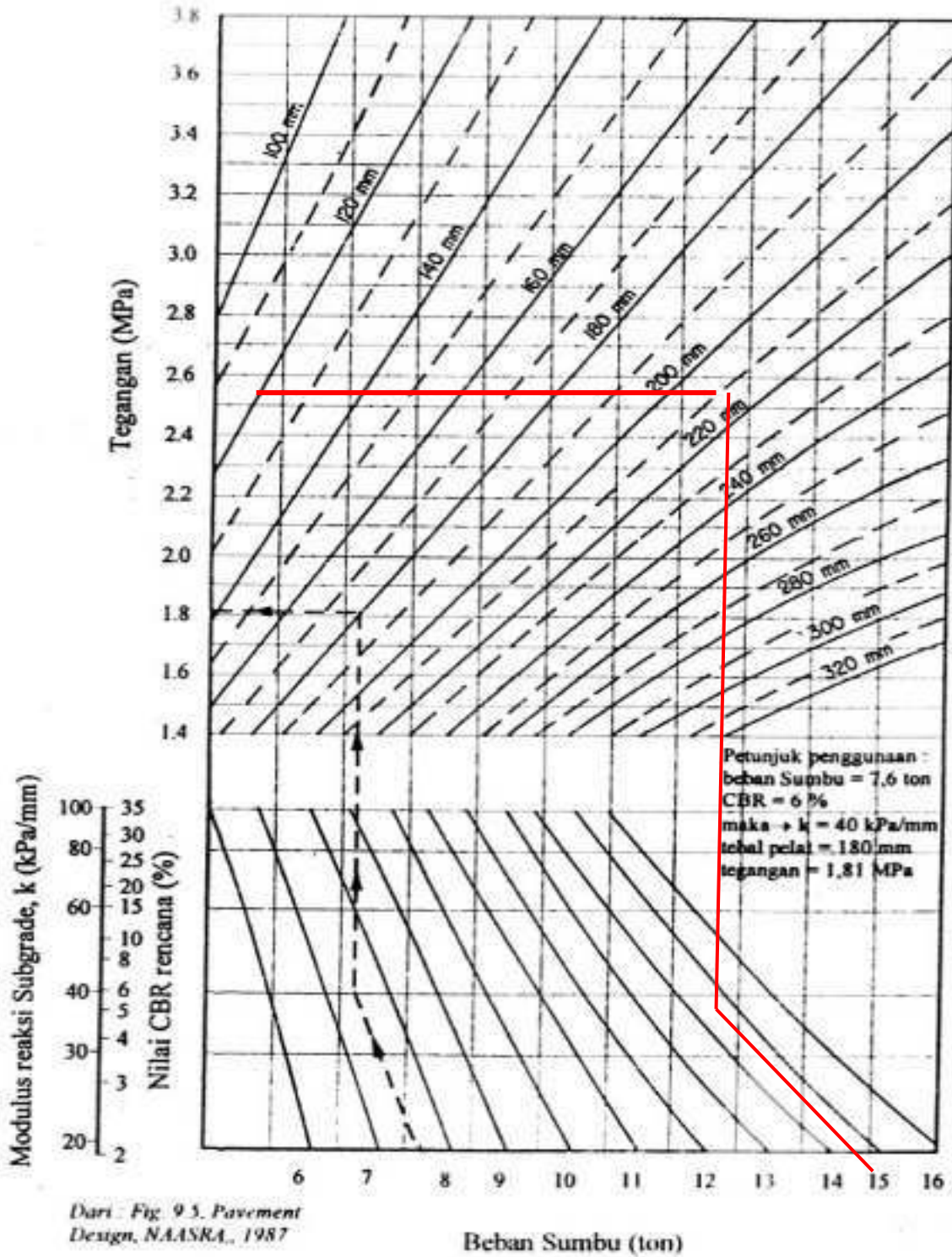
### GRAFIK PERENCANAAN UNTUK STRT



Dari : Fig.9.6. Pavement Design, NAASRA, 1987

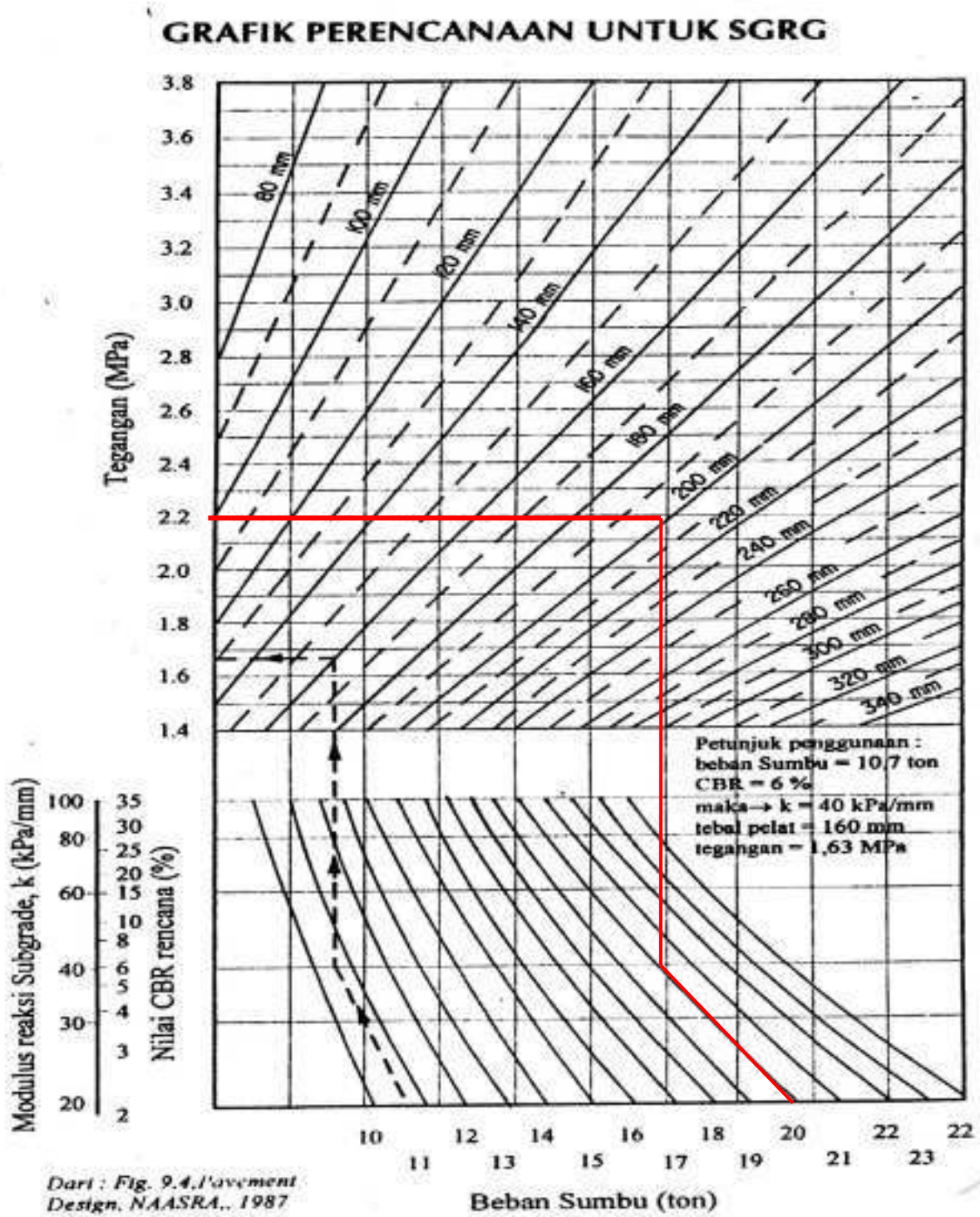
## Grafik Perencanaan untuk STRG

### GRAFIK PERENCANAAN UNTUK STRG



Dari : Fig. 9.5. Pavement Design, NAASRA, 1987

## Grafik Perencanaan untuk SGRG



Dengan Tebal Plat = 200 mm ternyata jumlah Fatigue  $3.16 \leq 100\%$  maka tebal plat yang harus digunakan adalah 200 mm

### Penulangan Pada Perkerasan Bersambung Dengan Tulangan

Luas tulangan pada perkerasan ini dihitung dari persamaan berikut:

$$A_s = \frac{11,76(F.L.h)}{f_s}$$

Dimana :

$A_s$  = Luas tulangan yang diperlukan, ( $\text{mm}^2/\text{m}$  lebar)

$F$  = Koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan dibawahnya

$L$  = Jarak antara sambungan, (m)

$h$  = Tebal pelat, (mm)

$f_s$  = Tegangan tarik baja ijin, (MPa)( $\pm 230\text{MPa}$ )

*Catatan :  $A_s$  minimum menurut SNI'91, untuk segala keadaan 0,14% dari las penampang beton.*

**Tabel 4.24 Koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan dibawahnya**

| Jenis Pondasi                      | Faktor Gesekan (F) |
|------------------------------------|--------------------|
| Burtu, Lapen dan Kontruksi sejenis | 2.2                |
| Aspal beton, Lataston              | 1.8                |
| Stabilisasi Kapur                  | 1.8                |
| Stabilisasi Aspal                  | 1.8                |
| Stabilisasi Semen                  | 1.8                |

|              |     |
|--------------|-----|
| Koral Sungai | 1.5 |
| Batu pecah   | 1.5 |
| Sirtu        | 1.2 |
| Tanah        | 0.9 |

*Dari SKBI 2.3.28.1928*

Data :           Tebal Pelat beton       : 200 mm  
                       Lebar pelat                       : 14 m ( untuk 2 jalur )  
                       Panjang Pelat                   : 5 m ( Jarak antar sambungan )

a. Tulangan memanjang :

$$A_s = \frac{11,76(F.L.h)}{f_s}$$

$$A_s = \frac{11,76(1,8 \times 5 \times 200)}{230}$$

$$= 92,03 \text{ mm}^2 \text{ m lebar}$$

- Luas tulangan minimum  $A_s = 0,14\%$  ( SNI'91 )
- $A_s \text{ min} = 0,0014 \times (200) \times (1.000) = 280 \text{ mm}^2/\text{m lebar}$
- Digunakan D16 – 300 mm,  $A_s = 92,03 \text{ mm}^2 \text{ m lebar}$

Jumlah Batang yang dibutuhkan

Jumlah batang yang dipakai per meter       = 3 buah per meter

Lebar Jalur   = 5 meter

Jumlah total batang yang dibutuhkan       = 5 meter x 3 btg / m

  = 15 batang

Panjang Jalan = 2,336 km = 2336 m

Panjang Pelat = 5 meter

Luas Segmen = Panjang Jalan / Panjang Pelat = 2336/5 = 467 segmen

= 467 segmen x 15 batang/segmen

= 7.005 btg

Volume Total = 7.005 x 4 x 2 (Atas, Bawah) = 56.040 btg

Volume Total = 6600 x 4 = 26400 btg

b. Tulangan melintang :

$$A_s = \frac{11,76(F.L.h)}{f_s}$$

$$A_s = \frac{11,76(1,8 \times 3,5 \times 200)}{230}$$

$$= 64.42 \text{ mm}^2 \text{ m lebar}$$

- Luas tulangan minimum  $A_s = 0,14\%$ (SNI'91)
- $A_s \text{ min} = 0,0014 \times (200) \times (1.000) = 280 \text{ mm}^2/\text{m lebar}$
- Digunakan D 16 – 300 mm,  $A_s = 64.42 \text{ mm}^2 \text{ m lebar}$

Jumlah Batang yang dibutuhkan

Jumlah batang yang dipakai per meter = 3 buah per meter

Lebar Jalur = 4 x 3,50 meter

= 14 meter

Jumlah total batang yang dibutuhkan = 14 meter x 3 batang /

meter

$$= 42 \text{ batang}$$

$$\text{Panjang Jalan} = 2.336 \text{ km} = 2336 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Pelat} = 5 \text{ meter}$$

$$\text{Luas Segmen} = \text{Panjang Jalan} / \text{Panjang Pelat} = 2336/5 = 467 \text{ segmen}$$

$$= 467 \text{ segmen} \times 42 \text{ batang/segmen}$$

$$= 19.614 \text{ btg}$$

$$\text{Volume Total} = 19.614 \times 4 \times 2(\text{Atas, Bawah}) = 156.912 \text{ btg} = 39 \text{ batang}$$

$$\text{Panjang Jalan} = 2.2 \text{ km} = 2200 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Pelat} = 5 \text{ meter}$$

$$\text{Luas Segmen} = \text{Panjang Jalan} / \text{Panjang Pelat} = 2200/5 = 440 \text{ segmen}$$

$$= 440 \text{ segmen} \times 39 \text{ batang/segmen}$$

$$= 17160 \text{ btg}$$

$$\text{Volume Total} = 17160 \times 4 = 68640 \text{ btg}$$

Volume total untuk tulangan memanjang dan melintang dengan

$$D 16 - 300 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar Lajur} = 3,50 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Pelat} = 5 \text{ m}$$

$$\text{Berat Jenis untuk tul D 16 - 350 mm} = 1,580 \text{ kg/mm}$$

Untuk 1 Lajur ada 467 segmen didapat dari panjang jalan dibagi panjang pelat

Untuk Segmen per meter terdiri dari

$$- \text{Tul. Memanjang} = 3,50 / 0,30 = 11,66 \text{ btg/m}$$

$$- \text{ Tul. Melintang} = 5 / 0,30 = 16,66 \text{ btg /m}$$

Untuk Segmen per 5 meter terdiri dari

$$- \text{ Tul. Memanjang} = 11,66 \times 5 = 58,00 \text{ meter}$$

$$- \text{ Tul. Melintang} = 16,66 \times 3,50 = 58,31 \text{ meter}$$

Untuk Berat kg per 1 segmen terdiri dari

$$- \text{ Berat kg/segmen} = 1,580 \text{ kg /m} \times 116.31 = 183,769 \text{ kg}$$

$$- \text{ Berat 467 segmen 4 lajur} = 467 \times 183,769 \times 4 \times 2 = 686.563 \text{ kg}$$

- Presentase Tulangan Memanjang:

$$\text{Data : } n = 200 \text{ mm} \quad F = 1,2 \quad S = 0,0005$$

$$F_c^1 = 34 \text{ Mpa} \quad f_r = 3,6 \text{ Mpa} \quad f_y = 340 \text{ Mpa}$$

$$P_s = \frac{100f_t}{nxf_t} (1,3 + 0,2F) (f_y)$$

$$F_t = 0,5 f_r = 0,5 (3,6) = 1,8 \text{ Mpa}$$

$$P_s = \frac{100(1,8)}{(340 \cdot 7(1,8))} (1,3 + 0,2(1,2))$$

$$= 0,583 \% < 0,6 \%$$

Luas Tulangan minimum  $A_s = 0,6 \%$

$$A_s \text{ min} = 0,006 \cdot (200) \cdot (1000) = 1200 \text{ mm}^2 / \text{m lebar}$$

a. Pemeriksaan Jarak Teoritis Antara Retakan memanjang

Pemeriksaan Tulangan D 16 - 300 mm  $A_s = 575 \text{ mm}^2 / \text{m lebar}$

$$L_{cr} = \frac{F_t A}{n \cdot p^2 \cdot u \cdot f_b (S E c \quad F_t)}, \text{ diantara } 1 \text{ } 2 \text{ meter}$$

$$F_t = 0,5 f_r = 0,5 (3,6) = 1,8 \text{ Mpa}$$



$$F_b = \frac{0,79}{1,6} \sqrt{34} \cdot 2,88 \text{ Mpa} \qquad E_c = 4700 \sqrt{34} \cdot 27.405 \text{ Mpa}$$

$$p = \frac{575}{2001000} \cdot 0,002875 \qquad p = \frac{5}{0,016} \cdot 375$$

$$L_{cr} = \frac{1,8^2}{7.0,002875^2 \cdot 375(2,88)0,0005)27.405 \cdot 1,8}$$

$$L_{cr} = 1,8011 < 2 \text{ m}$$

Tulangan Memanjang yang digunakan D 16- 300 mm

c. Presentase Tulangan Melintang :

$$\begin{aligned} \text{Data : } n &= 200 \text{ mm} & F &= 1,8 & S &= 0,0005 \\ F_c^1 &= 34 \text{ Mpa} & f_r &= 3,6 \text{ Mpa} & f_y &= 340 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$P_s = \frac{100f_t}{nxf_t} (1,3 + 0,2F) (f_y)$$

$$F_t = 0,5 \quad f_r = 0,5 (3,6) = 1,8 \text{ Mpa}$$

$$P_s = \frac{100(1,8)}{(340 \cdot 7(1,8)) (1,3 + 0,2(1,8))}$$

$$= 0,517 \% < 0,6 \%$$

Luas Tulangan minimum  $A_s = 0,6 \%$

$$A_s \text{ min} = 0,006 \cdot (200) \cdot (1000) = 1200 \text{ mm}^2 / \text{ m lebar}$$

a. Pemeriksaan Jarak Teoritis Antara Retakan Melintang

Pemeriksaan Tulangan D 16 - 300 mm  $A_s = 575 \text{ mm}^2 / \text{ m lebar}$

$$L_{cr} = \frac{F_t \lambda^3}{n \cdot p^2 \cdot u \cdot f_b (S E_c - F_t)}, \text{ diantara } 1 \text{ meter}$$

$$F_t = 0,5 \quad f_r = 0,5 (3,6) = 1,8 \text{ Mpa}$$

$$F_b = \frac{0,79}{1,6} \sqrt{34} \cdot 2,88 \text{ Mpa} \qquad E_c = 4700 \sqrt{34} \cdot 27.405 \text{ Mpa}$$

$$p = \frac{575}{2001000} = 0,002875 \quad p = \frac{6}{0,016} = 375,00$$

$$L_{cr} = \frac{1,8^2}{7.0,002875^2 \cdot 375(2,88)0,0005} = 27.405 \cdot 1,8$$

$$L_{cr} = 1,801 < 2m$$

Tulangan Memanjang yang digunakan D 16 - 300 mm

**Tabel 4.26 Ukuran dan Jarak Batang Dowel ( Ruji )**

| TEBAL PELAT<br>PERKERASAN |            | DOWEL    |           |           |            |           |            |
|---------------------------|------------|----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
|                           |            | DIAMETER |           | PANJANG   |            | JARAK     |            |
| Inci                      | Mm         | inci     | mm        | inci      | mm         | inci      | mm         |
| 6                         | 150        | 3/4      | 19        | 18        | 450        | 12        | 300        |
| 7                         | 175        | 1        | 25        | 18        | 450        | 12        | 300        |
| <b>8</b>                  | <b>200</b> | <b>1</b> | <b>25</b> | <b>18</b> | <b>450</b> | <b>12</b> | <b>300</b> |
| 9                         | 225        | 1 1/4    | 32        | 18        | 450        | 12        | 300        |
| 10                        | 250        | 1 1/4    | 32        | 18        | 450        | 12        | 300        |
| 11                        | 275        | 1 1/4    | 32        | 18        | 450        | 12        | 300        |
| 12                        | 300        | 1 1/2    | 38        | 18        | 450        | 12        | 300        |
| 13                        | 325        | 1 1/2    | 38        | 18        | 450        | 12        | 300        |
| 14                        | 350        | 1 1/2    | 38        | 18        | 450        | 12        | 300        |

*Sumber : Principal Pavement Design by Yoder & Witczak, 1975*

Berdasarkan tabel di atas dengan tebal pelat 200 mm, Diameter  $\phi$  25 mm,  
Panjang 450 mm, Jarak 300 mm

**Tabel 4.30. Desain Tie Bar**

| Tebal pelat beton (cm) | Panjang min (cm) | Jarak max (cm) |
|------------------------|------------------|----------------|
| <b>25</b>              | <b>60</b>        | <b>80</b>      |
| 26                     | 60               | 80             |
| 27                     | 60               | 70             |
| 28                     | 60               | 70             |
| 29                     | 60               | 70             |
| 30                     | 60               | 60             |
| 31                     | 60               | 60             |
| 32                     | 60               | 60             |

Dari tabel diatas, dipilih tie bar :

Diameter = 16 mm

Panjang = 60 cm = 600 mm

Jarak = 30 cm = 300 mm

Dari Hasil Perhitungan diatas didapatkan :

1. Panjang Tie Bar = 600 mm = 0,6m
2. Jarak Tie Bar = 300 mm = 0,3m
3. Diameter Tie Bar = 16 mm = 0,016 m
4. Luas Permukaan Tie Bar =  $22/11,25 \times 0,016$   
=  $0,031288\text{m}^2$
5. Panjang Tie Bar /btg = 0,6 m
6. Volume Tie Bar /btg =  $0,031288 \times 0,6$   
=  $0,018773\text{m}^3$

7. Koefisien Volume Besi = Untuk Diameter 16 = 1,580  
= 1,58 x 0,6  
= 0,948 kg
8. Kebutuhan Tie Bar/Segmen =  $5/0,3 = 16,66$   
= 16 btg/segmen
9. Volume Tie Bar/segmen =  $16 \times 0,948$   
= 15,16 kg/segmen
10. Panjang Jalan = 2,336 km = 2336 m
11. Jumlah segmen rigid =  $2336 / 5 = 467$  segmen / lajur
12. Volume total Tie Bar =  $1401 \times 15,16$   
= 21.239,16 kg
13. Jumlah Tie Bar/Segmen =  $16 \times 1401 = 22.416$  btg

- Total Tie Bar yang dibutuhkan untuk 467 segmen dengan panjang pelat 5 meter dengan besi tulangan D 16 adalah 22.416 btg

- Volume Tie Bar per kg

Panjang 1 batang Tie Bar = 0,6 m

Untuk tulangan Tie Bar D 16 berat jenisnya = 1,58 kg/m

Untuk jumlah btg/segmen = Panjang Pelat / jarak

=  $5 / 0,3$

= 16 btg

Untuk 1 segmen =  $16 \text{ btg} \times 0,6 \times 1,58$

= 15,168

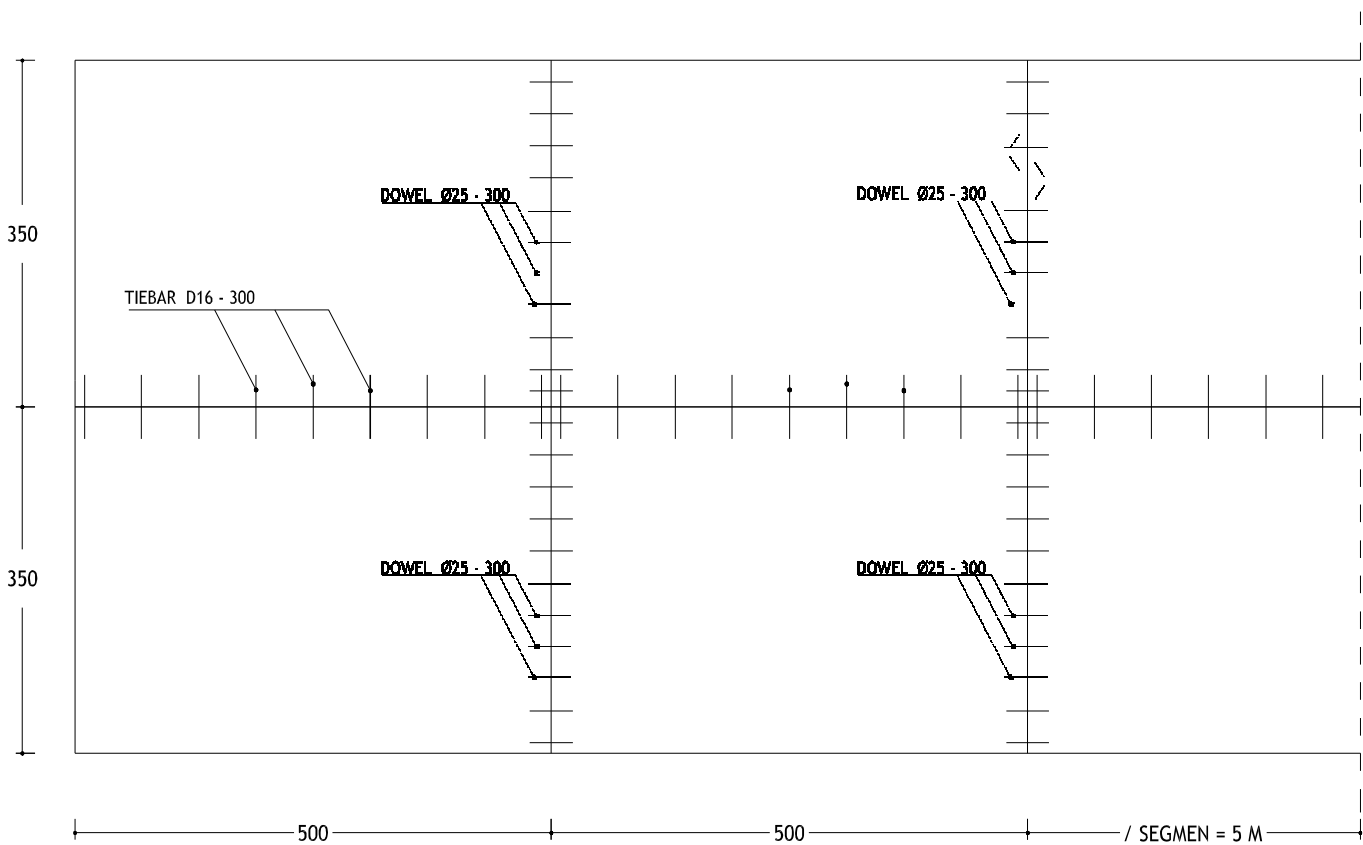
Untuk 1 lajur = 467 segmen

= 467 segmen 15,168 kg

= 7.083.45kg

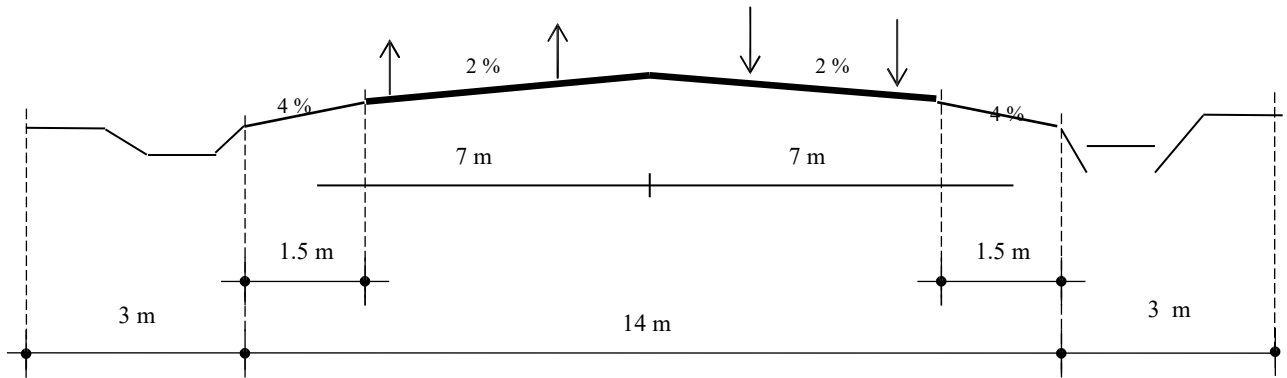
Untuk 4 lajur = 7.083.45 x 3 = 21.250,36 kg

Untuk 4 lajur dengan 467 segmen dibutuhkan besi D 16 - 300 sebanyak  
= 21.250,368 kg.

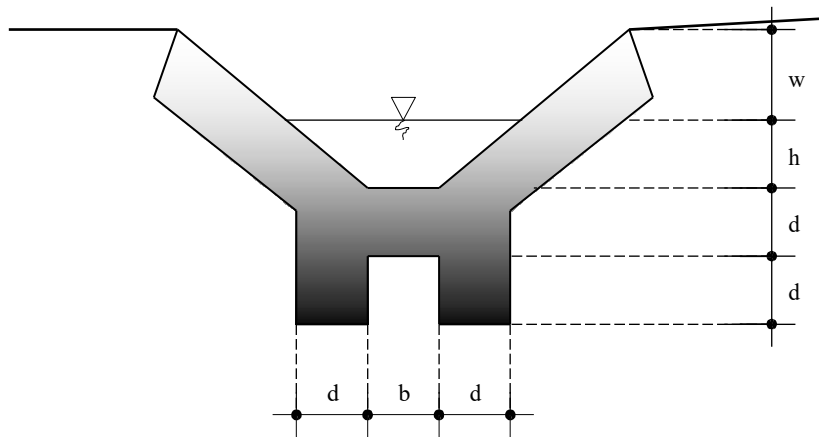


**Gambar 4.31 Denah Dowel dan Tie Bar**

### 1.1.1 Perhitungan Saluran Drainase



**Gambar 4.32. Sketsa Potongan Melintang Jalan Saluran Drainase**



**Gambar 4.33 Sketsa Saluran Drainase**

Dimana :

$w$  = tinggi jagaan

$h$  = tinggi air

$b$  = lebar dasar

## 1. Perencanaan Drainase

Data-data : - Data curah hujan

Keterangan :

R = Curah hujan

L = Panjang saluran (m)

V = Kecepatan pengaliran

I = Intensitas curah hujan

Q = Debit rencana (m<sup>3</sup>/detik)

A = Luas Daerah tangkapan hujan (Ha)

C = Koefisien pengaliran

Intesitas curah hujan ( Pos pengamatan Klumpit Kudus )

Dari hasil pengamatan intesitas curah hujan = 140 mm/tahun

a. Perhitungan debit rencana dengan metoda Rasional:

$$Q_r = 0,278 \times C_w \times I \times A$$

Dimana:

Q<sub>r</sub> = Debit rencana (m<sup>3</sup>/dt)

A = Luas area (m<sup>2</sup>)

Lebar jalur = 7 m

Lebar bahu jalan (L<sub>2</sub>) = 1,50 m

Lebar tanah samping (L<sub>3</sub>) = 3 m

L<sub>t</sub> = 6.000 m , 16.000 m

A<sub>1</sub> = L<sub>t</sub> ( L<sub>1</sub>+L<sub>2</sub> L<sub>3</sub>)

$$= 2336 ( 7+1,5+3 )$$

$$= 26864 \text{ m}^2 = 2,68 \text{ Ha}$$

I = Intensitas hujan (m/dtk)

$C_w$  = Koefisien rata-rata daerah pengaliran

- Jalan beton ( $C_1$ ) = 0,90

- Bahu jalan ( $C_2$ ) = 0,20

- Tanah Samping ( $C_3$ ) ( ladang ) = 0,10 - 0,30 di ambil 0,20

$$C_w = \frac{C_1 \cdot L_1 \cdot C_2 \cdot L_2 \cdot C_3 \cdot L_3}{L_1 \cdot L_2 \cdot L_3}$$

$$C = \frac{[(0,90 \cdot 7)(0,2 \cdot 1,5)(0,20 \cdot 3)]}{3} = 0,626 \quad (7 \cdot 1,5)$$

Menentukan It ( Intensitas hujan rencana )

Intensitas curah hujan ( R ) = 3043 mm/th

Panjang saluran ( Lt ) = 2200 m

Kemiringan saluran ( S ) = 1% = 0,01

$$t = 0,0195 \times Lt^{0,77} \times S^{-0,385}$$

$$= 0,0195 \times 2336^{0,77} \times 0,01^{-0,385}$$

$$= 45,04 \text{ jam}$$

$$I = \frac{R}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

$$24 \quad t$$

$$= \frac{2343}{24} \times \left(\frac{24}{45,04}\right)^{2/3}$$



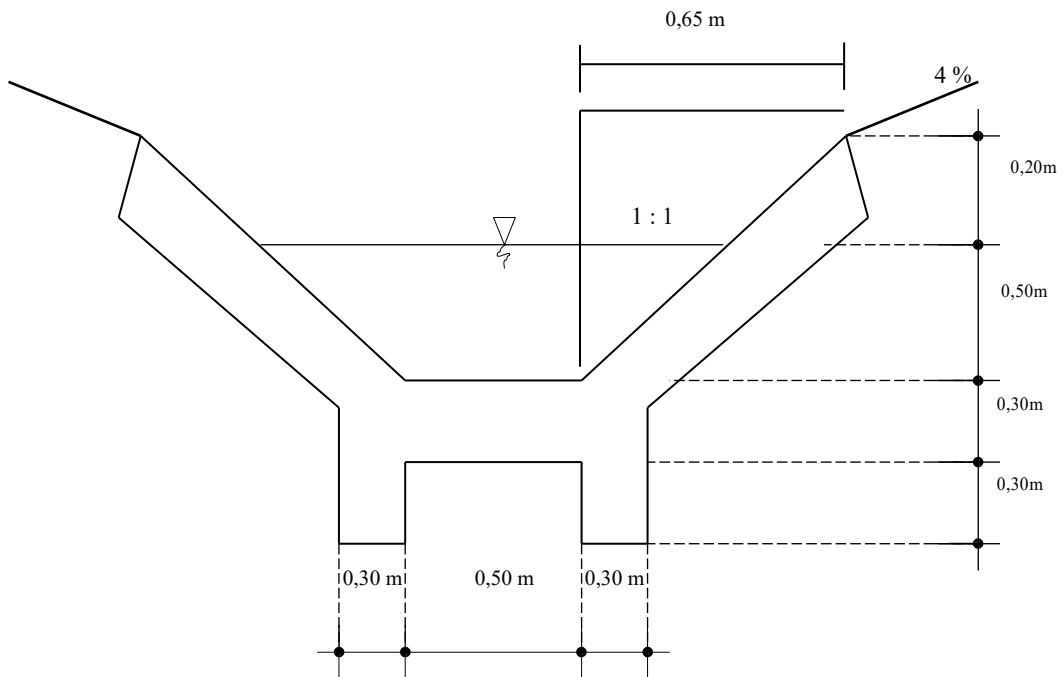
$$= 1,8377 \times 10^{-5} \text{ m/det}$$

$$\begin{aligned} Q &= 0,278 \times I \times C \times A \\ &= 0,278 \times 1,8377 \times 10^{-5} \times 0,626 \times 26.864 \\ &= 0,085 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Dimensi Saluran

*Maka, spesifikasi Saluran :*

|  |  |
|--|--|
| $Q = 0,10 \text{ m}^3/\text{dtk}$            | $m = 1$                                      |
| $b = 0,40 \text{ m} \approx 0,50 \text{ m}$  | $n = 1$                                      |
| $h = 0,40 \text{ m} \approx 0,50 \text{ m}$  | $V' = 0,30 \text{ m/dtk}$                    |
| $w = 0,20$                                   | $P = 1,545 \text{ m}$                        |
| $R = 0,211 \text{ m} \approx 0,25 \text{ m}$ | $d = 0,269 \text{ m} \approx 0,30 \text{ m}$ |



**Gambar 4.34 Detail Dimensi Saluran Drainase**

## 4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dikemukakan pada Proyek Perencanaan Peningkatan pada ruas Jalan LINGKAR UTARA MIJEN - PEGANJARAN STA. 0+000 – 2+336,5 adalah:

Pada Perencanaan Peningkatan Ruas Jalan Lingkar Utara Mijen - Peganjaran direncanakan bertujuan untuk menambah ruas jalan lebih lebar dan menambah kekuatan pada ruas jalan akibat bertambahnya volume kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut.

Pada Perencanaan Peningkatan Ruas Jalan Lingkar Utara Mijen - Peganjaran dimulai dari STA. 0+000 – 2+336,5 dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. Kelas jalan arteri dengan lebar jalan 4 x 3,50 meter dan lebar bahu jalan masing-masing 1,5 meter tiap jalurnya.
- b. Penentuan mutu dan tebal pelat beton dengan menggunakan metode NAASRA, dengan spesifikasi sebagai berikut :

Struktur jalan menggunakan beton  $f_c' 45$  atau setara dengan beton

K-350 dengan ketebalan 20 cm

Pemasangan dowel dengan bajatu langan diameter 25 mm, panjang 450 mm dan jarak antarbatang 300 mm.

Pemasangan dowel dengan baja tulangan diameter 16 mm, panjang 650 mm dan jarak antarbatang 300 mm.

Struktur bahu jalan menggunakan agregat kelas B dengan tebal 32,5 cm.

Perencanaan Peningkatan Ruas Jalan LINGKAR UTARA MIJEN - PEGANJARAN STA. 0+000 – 2+336,5 membutuhkan dana sebesar Rp 42.868.700.000,- (Empat Puluh Dua Milyar Delapan Ratus Enam Puluh Delapan Juta Tujuh Ratus Ribu Rupiah).

## 4.2 Saran

1. Ruas Jalan Lingkar Utara Mijen - Pegunungan merupakan jalur penghubung utama dengan volume lalu lintas yang sangat tinggi sehingga perlu adanya jalur penyelamat dan pagar pembatas.
2. Para pengguna jalan diharapkan supaya tidak melebihi batas kecepatan yang telah ditetapkan karena dapat membahayakan keselamatan pengguna jalan.