

Studi Peningkatan Perkerasan Jalan Pada Ruas Jalan Pujon Kabupaten Malang (STA 18+600 - 28+600)

Royyani Faradis¹, Bambang Suprpto², Azizah Rachmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email : royyani0209@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email : bambang.suprpto@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email : azizah.rachmawati@unisma.ac.id

ABSTRAK

Sejalan dengan berjalannya waktu dan masa layanan, kondisi jalan pada akhirnya akan mengalami penurunan, baik ditinjau dari tingkat pelayanan maupun kondisi strukturnya. Pertambahan volume lalu lintas akan menyebabkan penurunan layanan yang diakibatkan oleh menurunnya kapasitas jalan. Hal ini akan menyebabkan tingkat kejenuhan jalan meningkat, sehingga jalan tersebut tidak mampu melayani masyarakat dan tidak sesuai dengan kebutuhan. Bertambahnya volume lalu lintas menyebabkan rusaknya jalan di jalan Pujon, ditambah belum adanya sistem drainase. Maka perlu adanya perbaikan jalan dan pelebaran jalan. Data LHR, Data Lendutan, Data CBR, Data Curah Hujan, Peta Kontur dan Peta Topografi sebagai dasar dari perencanaan perbaikan jalan yang ada. Panjang jalan yang dikerjakan adalah 10 km dengan lebar jalan 6 m. Dengan umur rencana 10 tahun, perkembangan lalu lintas sebesar 4%, tebal untuk pelebaran jalan diperoleh sebesar 22 cm dan nilai lendutan diperoleh dari hasil perhitungan untuk tebal lapis tambah perkerasan jalan raya adalah minimum 4 cm dan maksimum 10 cm. Dengan bentuk trapezium diperoleh 4 macam dimensi saluran a. H= 0,65 m; b= 0,50 m; b. H = 0,70 m; b= 0,60 m; c. H = 0,40 m; b= 0,30 m; c. H= 0,40 m; b= 0,30 m dapat menampung air limpasan kawasan jalan Pujon kabupaten Malang.

Kata Kunci: Peningkatan Perkerasan, Tebal Lapis Tambah, Lendutan, Pujon

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dengan kondisi jalan yang sempit dan rusak hampir di sebagian besar ruas jalan, ditambah belum adanya sistem drainase. Hal tersebut sangat berpengaruh sekali terhadap kondisi lapisan perkerasan jalan disepanjang ruas jalan Pujon kabupaten Malang. Untuk kenyamanan pengguna jalan yang semakin bertambah maka diperlukan adanya peningkatan jalan. Ruas jalan Pujon kabupaten Malang memiliki lebar eksisting 6 m dan akan dilebarkan menjadi 10 m (Anonim: 2018). Peningkatan tebal lapis perkerasan yang akan diuraikan dalam penulisan skripsi ini merupakan dasar dalam menentukan tebal konstruksi perkerasan lentur atau konstruksi perkerasan dengan lapis pondasi agregat dan lapis permukaan menggunakan bahan pengikat aspal (*Flexible Pavement*), sedangkan untuk pelebaran jalannya menggunakan bahan pengikat beton atau perkerasan kaku (*Rigid Pavement*).

TINJAUAN PUSTAKA

Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan

1. Analisa CBR

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR sesuai dengan SNI 03-1731-1989 atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989, masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2% maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kuras (*Lean-mix concrete*) setebal 15 cm yang di anggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5 % (Anonim, 2003).

2. Lalu Lintas

$$LHR=LHR_0(1+i)^n \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

LHR = lalu lintas harian rata - rata.

LHR₀ = Lalu lintas harian pada tahun perencanaan.

3. Perhitungan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

a. Umur Rencana perkerasan jalan (UR)

b. Pertumbuhan Lalu Lintas

$$R = \frac{(1 + i)^{UR} - 1}{i} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas.

I = Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %.

UR = Umur rencana (tahun).

c. Perhitungan Lalu Lintas Rencana

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C$$

Dimana :

JSKN : Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana.

JSKNH : Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalan dibuka.

R : Faktor pertumbuhan kumulatif dari Rumus Tabel 2.10, yang besarnya tergantung dari pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur rencana.

C : Koefisien distribusi kendaraan.

d. Proporsi beban

$$\text{Proporsi beban} = \frac{\text{jumlah sumbu tiap beban sumbu}}{\text{jumlah sumbu total semua bebansumbu pada setiap jenis sumbu}}$$

e. Proporsi sumbu

$$\text{Proporsi sumbu} = \frac{\text{jumlah sumbu total tiap beban sumbu}}{\text{total sumbu semua jenis sumbu}}$$

f. Tebal pelat beton

Tebal pelat taksiran dipilih dan total fatik serta kerusakan erosi dihitung berdasarkan komposisi lalu-lintas selama umur rencana. Jika kerusakan fatik atau erosi lebih dari 100%, tebal taksiran dinaikan dan proses perencanaan diulangi. Tebal rencana adalah tebal taksiran yang paling kecil yang mempunyai total fatik dan atau total kerusakan erosi lebih kecil atau sama dengan 100% (Anonim,2003).

4. Akumulasi ekuivalen beban sumbu standar (CESA)

(CESA) selama umur rencana ditentukan dengan Rumus :

$$CESA = \sum_{MP}^{MP} m \times 365 \times E \times C \times N \dots\dots\dots (3)$$

Dimanal:

- CESA = Akumulasi ekuivalen beban sumbu standar
- M = Jumlah tiap jenis kendaraan
- 365 = Jumlah hari dalam satu tahun
- E = Ekuivalen beban sumbu
- C = Koefisien distribusi kendaraan
- N = Faktor umur rencana dan perkembangan lalu lintas

5. Lendutan

Besarnya lendutan langsung adalah sesuai rumus berikut :

$$d_L = d_{f1} \times Ft \times Ca \times FK_{B-FWD} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

- dL = lendutan langsung (mm)
- df1 = lendutan langsung pusat beban (mm)
- Ft = faktor penyesuaian lendutan
- T_L = temperatur lapis beraspal
- Ca = faktor pengaruh muka air tanah
- FKB-FWD = faktor koreksi beban uji FWD

Perencanaan Drainase Jalan

Dimensi sarana drainase ditentukan berdasarkan kapasitas yang diperlukan, yaitu harus dapat menampung besarnya debit aliran rencana yang timbul akibat hujan pada daerah aliran, dengan melalui proses perhitungan. Proses perhitungan hujan rencana sampai dengan debit rencana ini adalah analisis hidrologi.

Debit Aliran

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

- Q = debit lintasan (m³/det)
- C = koefisien pengaliran
- I = intensitas hujan selama waktu Konsentrasi (mm/jam)
- A = luas daerah tangkapan hujan (km²)

Saluran (Channels)

1. Waktu Konsentrasi

Rumus perhitungan waktu konsentrasi sebagai berikut :

$t_c = t_1 + t_2$; dengan

$$t_1 = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{nd}{\sqrt{k}} \right]^{0,167} \quad \& \quad t_2 = \frac{Ls}{60 V} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

- L = Panjang lintasan aliran di permukaan (m)
- n_d = koefisien hambatan
- k = kemiringan lahan/kelandaian permukaan
- LS = Panjang lintasan aliran dalam saluran (m)
- V = Kecepatan aliran didalam saluran (m/det)

2. Intensitas Curah Hujan (I)

Perhitungan intensitas hujan dapat dihitung dengan menggunakan rumus Mononobe adalah:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- R_{24} = Curah hujan maksimum harian selama 24 jam (mm)

3. Luas Daerah Pengaliran (A)

Luasan daerah yang dilimpasi debit air menuju saluran :

$$A = L (L_1 + L_2 + L_3) \dots\dots\dots (8)$$

Dimana :

- A = luas daerah pengaliran (km²)
- L = panjang saluran (m)
- L_{ni} = lebar daerah sesuai kondisi lapangan (m)

4. Koefisien Pengaliran (Cw)

Rumus perhitungan koefisien rata – rata pengaliran (Cw) sebagai :

$$C_w = \frac{c_1 \cdot A_1 + c_2 \cdot A_2 + c_3 \cdot A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \dots\dots\dots (9)$$

5. Menghitung Kecepatan Aliran (V)

Dengan rumus manning Kecepatan rata – rata aliran diperoleh adalah :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots (10)$$

Dimana :

- V = kecepatan aliran (m/det)
- n = koefisien kekasaran manning
- S = kemiringan dasar saluran
- R = jari – jari hidrolis (m)

6. Rencana dimensi saluran

Ditentukan dengan uji V dan Q

- a. Luas Penampang Basah (A) :

$$A = (b + m)h \dots\dots\dots (11)$$

- b. Keliling Basah (P)

$$P = b + 2h\sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots (12)$$

- c. Jari – jari Hidrolik (R)

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (13)$$

- d. Kapasitas Saluran (Q_1)

Kapasitas saluran adalah debit yang ditampung oleh saluran drainase.

$$Q_s = A \cdot V \dots\dots\dots (14)$$

- e. Tinggi Jagaan (W)

$$W = \frac{1}{3} \cdot h \dots\dots\dots (15)$$

METODE PERENCANAAN

Deskripsi Daerah Studi

Studi diruas jalan Pujon kabupaten Malang, dilakukan di kecamatan Pujon kabupaten Malang, Pujon merupakan salah satu dari beberapa kecamatan yang ada di kabupaten Malang propinsi Jawa Timur yang letaknya terpisah oleh kota Batu, dan terletak di wilayah kabupaten Malang daerah barat, berbatasan langsung dengan kabupaten Kediri. Kecamatan Pujon terletak diantara koordinat $112^{\circ}26'11''$ sampai $122^{\circ}28'92''$ Bujur Timur dan $7^{\circ}52'20''$ sampai $7^{\circ}49'37''$ Lintang Selatan, dengan luas wilayah $130,75 \text{ km}^2$ (4,39 % luas kabupaten Malang). Batas wilayah kecamatan ini Utara dengan kabupaten Mojokerto, Selatan dengan kecamatan Dau kabupaten Blitar, Barat dengan kecamatan Ngantang, dan Timur dengan kota Batu.

Data Yang Diperlukan

- Peta Lokasi, untuk mengetahui lokasi studi
- Data Lendutan, untuk merencanakan konstruksi perbaikan jalan
- Data LHR, untuk mengetahui tebal lapis tambah perkerasan jalan
- Data CBR, untuk mengetahui data tanah jalan
- Data curah hujan, untuk menentukan dimensi drainase jalan

Langkah Studi

Adapun tahapan penyelesaian studi dalam pengerjaan skripsi ini adalah sebagai berikut :

- 1) Analisa CBR
 - a. Menentukan harga CBR Efektif
 - b. Menghitung repitisi beban ijin
 - c. Perhitungan proporsi beban
 - d. Tebal rencana menurut Pd T-14-2003
 - e. Analisa fatik dan erosi
 - f. Tebal lapis perkerasan
- 2) Analisa LHR
 - a. Menghitung LHR pada akhir tahun rencana
 - b. Perhitungan repitisi beban lalu lintas
 - c. Menghitung lendutan rencana

- 3) Analisa Lendutan
 - a. Perhitungan keseragaman lendutan
 - b. Menghitung lendutan wakil
 - c. Tebal lapisan
 - d. Tebal lapisan terkoreksi
 - e. Tebal lapis perkerasan
 - f. Konstruksi Jalan
- 4) Analisa Hidrologi
 - a. Analisa hujan maksimum
 - b. Uji konsistensi data hujan
 - c. Perhitungan curah hujan rancangan
 - d. Perhitungan debit Q
 - e. Perhitungan dimensi saluran

PEMBAHASAN

Perhitungan LHR₂₀₃₈ (akhir rencana) sepeda motor.

$$\text{LHR} = \text{LHR}_0 (1 + i)^n$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \text{LHR}_{2038} (1 + i)^n \\ &= 6484 (1 + 0,04)^{20} \\ &= 14207 \text{ kend} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya seperti contoh perhitungan diatas.

Tabel 1. LHR₂₀₃₈ (akhir rencana)

| No | Jenis Kendaraan | Jumlah Kendaraan $\times (1 + i)^n$ | Jumlah Kendaraan/hari (2 arah) |
|----|---------------------------------------|--|--------------------------------------|
| 1 | Sepeda Motor (MC) | 6484 (1 + 0,04) ²⁰ | 14207 |
| 2 | Sedan, Jeep, Station (LV) | 513 (1 + 0,04) ²⁰ | 1124 |
| 3 | Bus Kecil, Truk 2 As (MHV) | 145 (1 + 0,04) ²⁰ | 318 |
| 4 | Bus Besar (LB) | 21 (1 + 0,04) ²⁰ | 46 |
| 5 | Truk 3 As, Truk Gandeng, Trailer (LT) | 46 (1 + 0,04) ²⁰ | 101 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Perhitungan taksiran tebal pelat

- Jenis perkerasan : BBTT tanpa ruji
- Umur rencana : 20 tahun
- JSK : 5,05 x 10⁶
- Faktor keamanan beban : 1,1 (tabel 2.11)
- Kuat tarik beton (f_{cf}) umur 28 hari : 5,0 Mpa
- Jenis dan tebal lapis pondasi : CBK 100 mm = 10 cm
- CBR Tanah dasar : 18,12 %
- CBR Efektif : 75 % (gambar 4.1)
- Taksiran tebal plat beton : 220 mm = 22 cm

Tabel 2. Hasil Perhitungan Beban Rencana, Analisa Erosi dan Fatik

| Jenis Sumbu | Beban Sumbu ton (kN) | Beban Rencana Per roda (kN) | Repetisi yang terjadi | faktor tegangan dan erosi | Analisa fatik | | Analisa Erosi | |
|-------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| | | | | | Repetisi Ijin | Persen Rusak (%) | Repetisi Ijin | Persen Rusak (%) |
| [1] | [2] | [3] | [4] | [5] | [6] | [7] | [8] | [9] |
| STRT | 6(60) | 33,0 | 5×10^5 | TE = 0,76 | TT | 0 | TT | 0 |
| | 4(40) | 22,0 | $2,5 \times 10^5$ | FRT = 0,15 | TT | 0 | TT | 0 |
| | 3(30) | 16,5 | $17,2 \times 10^5$ | FE = 2,24 | TT | 0 | TT | 0 |
| | 2(20) | 11,0 | $2,5 \times 10^5$ | | TT | 0 | TT | 0 |
| STRG | 5(50) | 13,75 | $17,1 \times 10^5$ | TE = 1,19 FRT = 0,24 FE = 2,85 | 10×10^6 | 17,1 | 5×10^6 | 34,2 |
| STdRG | 14(140) | 19,25 | 5×10^5 | TE = 0,97 FRT = 0,19 FE = 2,92 | 10×10^6 | 5 | 7×10^6 | 7,14 |
| Total | | | | | 22,10% | <100% | 41,34% | <100% |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Keterangan:

[1] = Jenis Sumbu

[2] = Beban Sumbu (Pd T-14-2003)

[3] = Beban Rencana (Hasil Perhitungan)

[4] = Repetisi yang terjadi (Tabel 4.8)

[5] = Faktor Tegangan dan Erosi (Hasil Perhitungan)

[6] = Repetisi Ijin (Pd T-14-2003)

[7] = Persen Rusak (Kolom [4] x 100 / [6])

[8] = Repetisi Ijin (Pd T-14-2003)

[9] = Persen Rusak (Kolom [4] x 100 / [8])

Karena rusak fatik dan rusak erosi (63,44%) < (100%) maka tebal plat 22 cm dapat dipakai.

Tebal Lapis Tambah (HO)

Contoh perhitungan tebal lapis tambah pada segmen 1 menurut pedoman (Pd T-05-2005-B) diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

$$H_o = \frac{[\ln(1,0364) + \ln(D_{Wakil}) - \ln(D_{Rencana})]}{0,0597}$$

$$H_o = \frac{[\ln(1,0364) + \ln(0,637) - \ln(0,572)]}{0,0597}$$

$$H_o = \frac{[0,035753 + (-0,45099) - (-0,558616)]}{0,0597}$$

$$H_o = 2,40 \text{ cm}$$

Untuk perhitungan selanjutnya pada tabel berikut seperti perhitungan diatas:

Tabel 3. Tebal Lapisan Perkerasan (Ho)

| No.Segmen | D _{Rencana} (mm) | D _{Wakil} (mm) | Ho (cm) |
|-----------|---------------------------|-------------------------|---------|
| 1 | 0,572 | 0,637 | 2,40 |
| 2 | 0,572 | 0,669 | 3,23 |
| 3 | 0,572 | 0,643 | 2,56 |
| 4 | 0,572 | 0,957 | 9,23 |
| 5 | 0,572 | 0,703 | 4,06 |
| 6 | 0,572 | 0,713 | 4,29 |
| 7 | 0,572 | 0,824 | 6,72 |
| 8 | 0,572 | 0,767 | 5,51 |
| 9 | 0,572 | 0,934 | 8,80 |
| 10 | 0,572 | 0,836 | 6,96 |

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tebal Lapis Tambah Terkoreksi

Tebal lapis tambah dikalikan dengan faktor koreksi yang didapat sebelumnya :

- $H_t = H_o \times F_o$
 $H_t = 2,40 \times 0,931$
 $H_t = 2,24 \approx 3$ cm

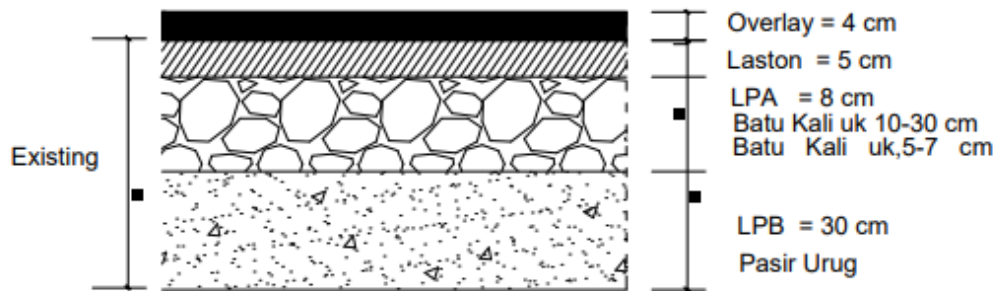
Untuk perhitungan selanjutnya pada tabel seperti perhitungan diatas :

Tabel 4. Tebal Lapis Tambah Terkoreksi (Ht)

| No.Segmentasi | Ho (cm) | Fo | Ht (cm) |
|---------------|---------|-------|-------------------|
| 1 | 2,40 | 0,931 | 2,24 \approx 4 |
| 2 | 3,23 | 0,931 | 3,01 \approx 4 |
| 3 | 2,56 | 0,931 | 2,38 \approx 4 |
| 4 | 9,23 | 0,931 | 8,59 \approx 10 |
| 5 | 4,06 | 0,931 | 3,78 \approx 5 |
| 6 | 4,29 | 0,931 | 3,99 \approx 5 |
| 7 | 6,72 | 0,931 | 6,25 \approx 7 |
| 8 | 5,51 | 0,931 | 5,13 \approx 5 |
| 9 | 8,80 | 0,931 | 8,20 \approx 9 |
| 10 | 6,96 | 0,931 | 6,48 \approx 7 |

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan diatas didapat tebal lapis tambah yang dapat dipakai minimum adalah 4 cm dan maksimum adalah 10 cm.



Gambar 1. Susunan Lapisan Perkerasan Jalan

Perencanaan Drainase

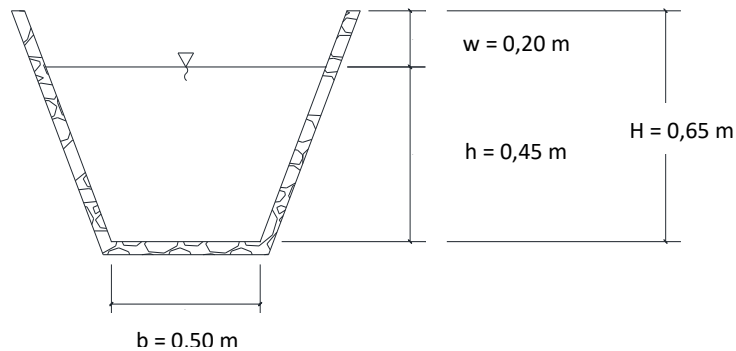
a. Perhitungan saluran STA 18+600 – STA 22+000

Diketahui

Penampang saluran berbentuk trapesium setengah heksagonal

- Panjang saluran (Ls) = 3400 m
- Debit rancangan (Qr) = 0,321 m³/detik
- Kemiringan saluran (S) = 0,0012
- Koefisien kekasaran manning (n) = 0,011 dari tabel 2.27

Dari perhitungan didapatkan $Q_{Sal} (0,4086 \text{ m}^3/\text{detik}) \geq Q_{Rencana} (0,321 \text{ m}^3/\text{detik})$ maka dimensi saluran rencana dapat digunakan.

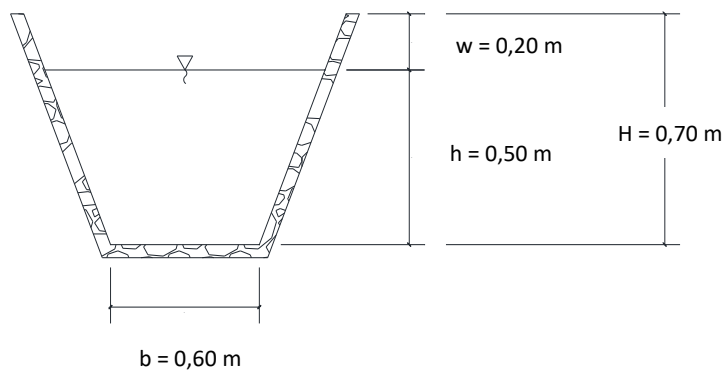


Gambar 2. Rencana Penampang Saluran

b. Daerah pengaliran STA 22+050 – STA 26+900

- Panjang saluran (Ls) = 4850 m
- Debit rancangan (Qr) = 0,459 m³/detik
- Kemiringan saluran (S) = 0,0008
- Koefisien kekasaran manning (n) = 0,011 dari tabel 2.27

Dari perhitungan didapatkan $Q_{Sal} (0,473 \text{ m}^3/\text{detik}) \geq Q_{Rencana} (0,459 \text{ m}^3/\text{detik})$ maka dimensi saluran rencana dapat digunakan.



Gambar 3. Rencana Penampang Saluran

c. Daerah pengaliran STA 26+950 – STA 27+750

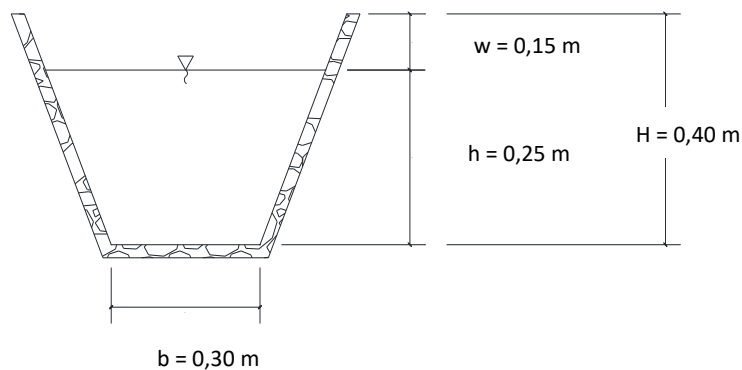
Panjang saluran (Ls) = 800 m

Debit rancangan (Qr) = 0,0757 m³/detik

Kemiringan saluran (S) = 0,0025

Koefisien kekasaran manning (n) = 0,011 dari tabel 2.27

Dari perhitungan didapatkan $Q_{Sal} (0,1230 \text{ m}^3/\text{detik}) \geq Q_{Rencana} (0,0757 \text{ m}^3/\text{detik})$
maka dimensi saluran rencana dapat digunakan.



Gambar 4. Rencana Penampang Saluran

d. Daerah pengaliran STA 27+800 – 28+600

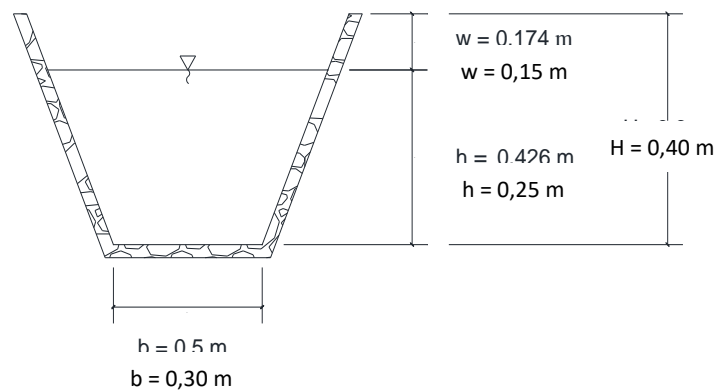
Panjang saluran (Ls) = 800 m

Debit rancangan (Qr) = 0,0757 m³/detik

Kemiringan saluran (S) = 0,0025

Koefisien kekasaran manning (n) = 0,011 dari tabel 2.27

Dari perhitungan didapatkan $Q_{Sal} (0,1230 \text{ m}^3/\text{detik}) \geq Q_{Rencana} (0,0757 \text{ m}^3/\text{detik})$
maka dimensi saluran rencana dapat digunakan.



Gambar 5. Rencana Penampang Saluran

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil perhitungan dengan menggunakan data-data yang ada, maka hasil dari studi ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dalam perhitungan didapat volume LHR tahun 2038 adalah 14207 kendaraan.
2. Dalam perhitungan tebal dimensi plat untuk pelebaran jalan dengan perkerasan kaku adalah 220 mm = 22 cm.
3. Dalam perhitungan tebal lapis tambahan (*overlay*) yang dapat dipakai minimum 4 cm dan maksimum 10 cm.
4. Dari hasil perencanaan drainase pada jalan Pujon kabupaten Malang dengan bentuk trapesium berdimensi saluran adalah :
 - a. STA 18+600 – STA 22+000
H = 0,65 m, b = 0,50 m.
 - b. STA 22+050 – STA 26+900
H = 0,70 m, b = 0,60 m.
 - c. STA 26+950 – STA 27+750
H = 0,40 m, b = 0,30 m.
 - d. STA 27+800 – 28+600
H = 0,40 m, b = 0,30 m.

Saran

Berdasarkan hasil dari studi ini maka berbagai masukan yang dapat disampaikan kepada instansi terkait perihal peningkatan, pelebaran jalan serta perencanaan drainase adalah sebagai berikut:

1. Untuk perhitungan tebal lapis tambah perkerasan (*overlay*).bisa juga memakai metode komponen,bukan hanya metode lendutan.
2. Pada perencanaan drainase bisa dicoba bentuk saluran yang lain, semisal saluran drainase lingkaran. Hanya saja untuk keamanan dari konstruksi jalan tetap harus dipertimbangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2003), *Pelaksanaan Pekerjaan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003)*, BSN, Jakarta.
- Anonim, (2018), *Laporan Perencanaan Teknik Jalan Perbatasan Kota Batu Dengan Kabupaten Kediri*, Penerbit BBPJK VIII, Surabaya
- Hendarsin, S.L, Cetakan Pertama (2000), *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Penerbit Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil, Bandung
- Nono dan Danang, A.S, (2005), Pd T-05-2005-B *Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metoda Lendutan*, Departemen Pekerjaan Umum
- Sukirman, S, (1995), *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova, Bandung
- Suripin, (2003), *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Penerbit Andi, Yogyakarta