

PENELITIAN DOSEN

LAPORAN HASIL PENELITIAN DOSEN



EVALUASI DRAINASE JALAN RAYA PADA DAERAH PEGUNUNGAN
(Studi Kasus Ruas Jalan ke Gunung Ijen, Bondowoso)

Oleh :

Dr Ir. Noor Salim, M.Eng

Penelitian ini dibiayai oleh Universitas Muhammadiyah Jember

UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

625.732
Noor
B
V
C1

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER
2014

625 732.NOO.B.v.c.1



121013-01524

EVALUASI DRAINASE JALAN RAYA PADA DAERAH PEGUNUNGAN (Studi Kasus Ruas Jalan ke Gunung Ijen, Bondowoso)

Oleh :

Noor Salim

RINGKASAN

Ruas Jalan Bondowoso-Gunung Ijen di Bondowoso merupakan jalan penghubung antara kota Bondowoso menuju daerah pariwisata Kawah Ijen Kabupaten Bondowoso. Sehingga pergerakan lalu lintas pada jalan tersebut cukup tinggi pada hari-hari tertentu, khususnya pada hari libur. Hal ini juga ditambah dengan pertumbuhan penduduk yang cukup pesat, maka pergerakan lalu-lintas meningkat. Hal ini mengakibatkan bertambahnya kebutuhan pergerakan barang dan orang, yang berarti juga meningkatnya pertumbuhan lalu lintas yang pesat.

Sejalan dengan laju pertumbuhan lalu lintas tersebut, bila tidak diimbangi oleh tersedianya prasarana dan sarana jalan yang memadai dapat menimbulkan masalah-masalah kejalan-ayaan. Salah satunya adalah keberadaan drainase jalan raya yang ada di daerah tersebut. Dan drainase jalan raya ini sangat dipengaruhi pada iklim setempat utamanya curah hujan yang ada. Drainase jalan yang buruk ini juga berdampak pada terjadinya genangan air banjir yang menjadikan tingkat pelayanan jalan pada daerah tersebut sehingga perlu adanya evaluasi.

Dalam evaluasi ruas jalan ke gunung Ijen Bondowoso ini disimpulkan bahwa volume kendaraan atau LHR pada awal tahun 2014 adalah = 538 smp, sedang 20 tahun mendatang adalah 1726 smp. Kelas jalan pada jalan menuju Gunung Ijen Bondowoso adalah IIC. Alinyamen horisontal Pada kedua lokasi penelitian tidak ditemukan kesalahan panjang lengkungan (LC), dimana LC lapangan lebih panjang LC analisa. Hasil perhitungan curah hujan banjir rancangan terdapat variasi nilai yang tidak berbeda jauh pada periode ulang 2 tahun sampai dengan 25 tahun dan dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan irigasi kecil, sistim drainase maupun bangunan bendung skala kecil, termasuk perhitungan drainase jalan ke gunung Ijen Bondowoso. Serta Saluran Drainase yang ada pada areal penelitian yaitu jalan menuju kejalan gunung Ijen Bondowoso 11 tempat saluran berbentuk persegi dengan Tinggi saluran (t) = 0.8 m dan Lebar saluran (l) = 0.7 m sedangkan 5 tempat saluran berbentuk trapesium dengan ukuran tinggi saluran (t) = 0.6 m dan lebar bawah saluran (b) = 0.6 m

Dari hasil analisa kajian tersebut disarankan untuk perlunya pemeliharaan pada ruas jalan ke gunung Ijen serta diperlukan pembuatan saluran drainase sebelah kiri (dari arah Bangsalsari ke Tanggul), mengingat kondisi sekarang belum ada.

Kata Kunci : Drainase Jalan, Daerah Pegunungan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ruas Jalan Bondowoso-Gunung Ijen di Bondowoso merupakan jalan penghubung antara kota Bondowoso menuju daerah pariwisata kawah Ijen Kabupaten Bondowoso. Sehingga pergerakan lalu lintas pada jalan tersebut cukup tinggi pada hari-hari tertentu, khususnya pada hari libur.. Hal ini juga ditambah dengan pertumbuhan penduduk yang cukup pesat, maka pergerakan lalu-lintas meningkat , khususnya dijumpai adanya masalah lalu-lintas pada daerah pariwisata di Bondowoso. Hal ini mengakibatkan bertambahnya kebutuhan pergerakan barang dan orang, yang berarti juga meningkatnya pertumbuhan lalu lintas yang pesat.

Sejalan dengan laju pertumbuhan lalu lintas tersebut, bila tidak diimbangi oleh tersedianya prasarana dan sarana transportasi yang memadai dapat menimbulkan masalah-masalah lalu lintas berupa ketidak tertiban lalu lintas, salah satunya adalah keberadaan drainase jalan raya yang ada di daerah tersebut. Dan drainase jalan raya ini sangat dipengaruhi pada iklim setempat utamanya curah hujan yang ada Drainase jalan yang buruk berdampak terjadinya genangam air banjir akibat hujan dan menjadikan pada tingkat pelayanan jalan pada daerah tersebut menjadi menurun.

1.2 Perumusan Masalah

Jaringan jalan di suatu daerah adalah salah satu prasarana yang berfungsi sebagai fasilitas pelayanan publik, maka jaringan jalan tersebut jika tidak dapat memberikan jasa pelayanan yang maksimal , secara tidak langsung akan menimbulkan hambatan bagi transportasi. Demikian halnya lalu lintas yang terjadi pada daerah potensi pariwisata pegunungan di Kabupaten Bondowoso, dengan fakta yang ada rumusan masalah yang di bahas antara lain :

1. Berapakah volume lalu lintas dan kapasitas jalan pada ruas jalan ke gunung Ijen saat ini dan 2 sampai dengan 20 tahun kedepan?
2. Bagaimana alinyemen horisonyal pada ruas jalan ke gunung Ijen bondowoso?
3. Bagaimana kondisi curah hujan ada ruas jalan ke gunung Ijen bondowoso ?
4. Bagaimana kondisi drainase jalan raya ada ruas jalan ke gunung Ijen bondowoso ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menghitung volume lalu lintas dan menganalisa kapasitas jalan pada ruas jalan ke Gunung Ijen saat ini dan 2 sampai dengan 20 tahun kedepan
2. Mengvakuasi alinyemen horisonyal pada ruas jalan ke gunung Ijen bondowoso
3. Menganalisa kondisi curah hujan ada ruas jalan ke gunung Ijen bondowoso
4. Mengevaluasi kondisi drainase jalan raya ada ruas jalan ke gunung Ijen bondowoso

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai berikut:

1. Sebagai bahan pertimbangan untuk peningkatan konstruksi jalan daerah pariwisata , khususnya ruas Jalan ke gunung Ijen bondowoso
2. Sebagai bahan masukan bagi Pemerintah Kota Bondowoso guna penataan drainase jalan pada ruas jalan ke gunung Ijen bondowoso sehingga dapat mengurangi permasalahan lalu lintas terutama banjir pada daerah jalan tersebut.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Volume Lalu Lintas

Volume adalah jumlah kendaraan yang melintasi suatu ruas jalan pada periode waktu tertentu, diukur dalam satuan kendaraan per satuan waktu. Sedangkan jumlah kendaraan pada asumsi tahun-tahun mendatang didapat dengan cara memprediksi jumlah pertumbuhan kendaraan secara prosentase.

a.) Perhitungan Lalulintas Masa Perencanaan

$$\text{Rumus umum} \qquad \qquad \qquad = \text{LHR} (n) = \text{LHR} (0) * (1 + I) ^ n$$

$$\text{Dengan perkembangan lalu-lintas (I)} \qquad = 4 \% \qquad n = 1 \text{ tahun}$$

$$\text{Dalam hal ini LHR 2013} \qquad \qquad \qquad = \text{LHR 2012} * (1 + 0,04) ^ 1$$

b.) Perhitungan Lalulintas Masa Pelaksanaan

$$\text{Rumus umum} = \text{LHR} (n) \qquad \qquad \qquad = \text{LHR} (0) * (1 + I) ^ n$$

$$\text{Dengan perkembangan lalu-lintas (I)} \qquad = 5 \% \qquad n = 2 \text{ tahun}$$

$$\text{Dalam hal ini LHR 2014} \qquad \qquad \qquad = \text{LHR 2013} * (1 + 0,05) ^ 2$$

c.) Perhitungan Lalulintas Masa Umur Rencana

$$\text{Rumus umum} = \text{LHR}(n) \qquad \qquad \qquad = \text{LHR} (0) * (1 + I) ^ n$$

$$\text{Dengan perkembangan lalu-lintas (I)} \qquad = 6 \% \qquad n = 20 \text{ tahun}$$

$$\text{Dalam hal ini LHR 2034} \qquad \qquad \qquad = \text{LHR 2014} * (1 + 0,06) ^ 20$$

Dimana,

LHR (n) : Lalu lintas Harian Rencana pada tahun

I : Perkembangan lalu lintas pada umur rencana, masa perencanaan atau masa pelaksanaan

n : Umur rencana

2.2 Alinyemen horizontal

2.2.1 Tinjauan Alinyemen Horizontal Secara keseluruhan

Di tinjau secara keseluruhan, penetapan aligment horizontal harus dapat menjamin keselamatan maupun kenyamanan bagi pemakai.

jalan.

2.2.2 Menetapkan Design Speed.

Untuk menetapkan aligment horizontal pada suatu route, section ataupun segment dari suatu jalan, perlu diketahui terlebih dahulu “topography” yang akan dilalui oleh suatu trace jalan yang akan di design. Keadaan topography tersebut akan dijadikan dasar dalam menetapkan besarnya design speed dari jalan yg akan direncanakan, setelah kelas jalan tersebut di tentukan. Dalam hal ini kita mengenal 3 jenis klasifikasi medan yakni : datar, perbukitan dan pegunungan yang nantinya akan dikaitkan dengan besarnya design speed.

2.2.3 Pemilihan Kurva

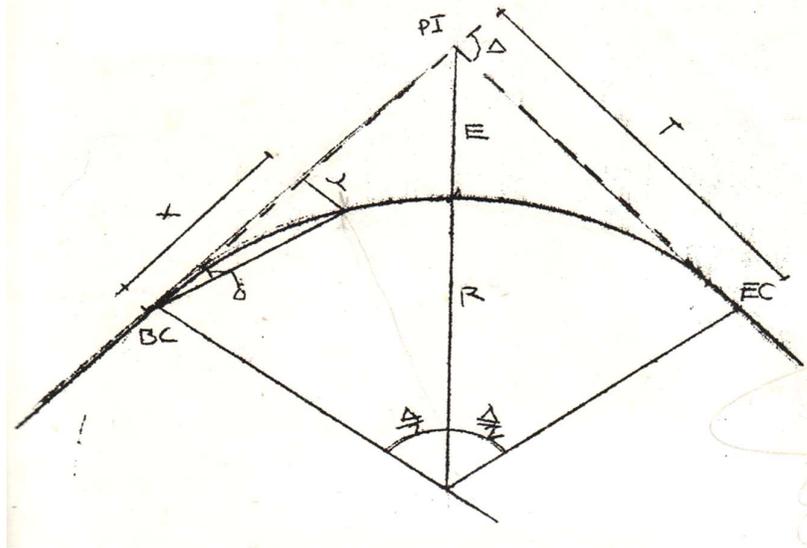
Untuk membuat tikungan (turning roadway) dikenal adanya 3 macam kurve yaitu :

- a. full circle
- b. spiral-circle-spiral
- c. spiral-spiral

a. Full circle

Tidak semua kurva boleh berbentuk full circle, pada umumnya kurve ini dipakai pada daerah dataran. Hal ini tergantung kepada besarnya kecepatan rencana serta radius circla itu sendiri.

Untuk radius circle di bawah harga – harga tersebut kurva harus menjadi spiral – circle – spiral.



Gambar 2.1 Tikungan jenis full circle

Rumus-rumus :

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\Delta}{2}$$

$$E = T \operatorname{tg} \frac{\Delta}{4}$$

$$L = \frac{\Delta}{180} \pi R = 0,01744 R \Delta$$

$$\delta = \frac{1718.78}{R} \times L$$

$$S = L - \frac{L^3}{24.R^2}$$

$$X = S \cos \delta$$

$$Y = S \sin \delta = \frac{X^2}{2R}$$

Catatan :

Δ = diketahui = diukur dari gambar. ; R = ditentukan sendiri

b. Spiral – circle – Spiral

i. Lengkung peralihan

Pada bentuk ini “spiral” merupakan transisi dari bagian lurus ke Bagian circle, sehingga kemudian di kenal istilah transition curve.

ii. Circle

Miring tikungan maximum di bedakan besarnya antara untuk rural higway dan untuk urban highway. Untuk rural highway di tetapkan miring tikungan Maximum = 0,10 sedangkan untuk urban highway di ambil harga = 0,80.

Besarnya R_{minimum} di tentukan berdasarkan rumus .

$$R = \frac{V^2}{127(e + fm)}$$

Dengan mengambil harga e maupun fm yg maximum, dimana :

R = jari – jari lengkung minimum, meter

e = miring tikungan maximum

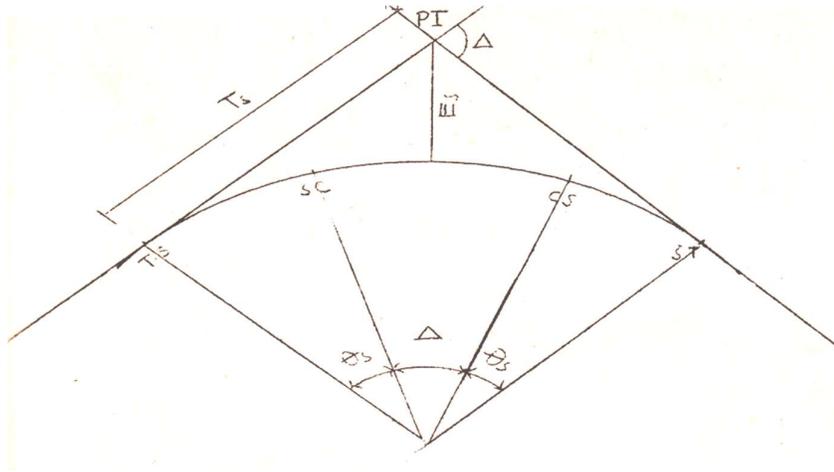
fm = koefisien gesek maximum

V = kecepatan rencana, km/Jam

Tabel 2.1 Harga fm max. untuk tiap design speed

V km/jam	30	40	60	80	100	120
fm	0,17125	0,165	0,1525	0,140	0,1275	0,115

Berdasarkan harga-harga e max dan f_m max untuk tiap-tiap design speed, besarnya R minimum yang di anjurkan dalam Standard Spesifikasi Bina Marga di anjurkan $R_{\min} = 560$ m.



Gambar 2.2 Tikungan jenis spiral-circle-spiral

Rumus Spiral – Circle – Spiral

Δ = diukur dari gambar

R = di ukur dari gambar e dan L_s dari tabel

θ_s ; p dan k didapat dari tabel

$$T_s = (R + p) \operatorname{tg} \frac{\Delta}{2} + k$$

$$E_s = \frac{(R + p)}{\operatorname{Cos} \frac{\Delta}{2}} - R$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180} \pi \cdot R \quad ; \quad L_t = 2 L_s + L_c$$

c. Spiral – spiral

Pada spiral – spiral, dimana $L_c = 0$ atau $S.C = C.S$ Untuk itu disarankan untuk tidak dipakainya kurve spiral-spiral ini.

Rumus-rumus :

$$\theta = \Delta / 2 \quad ; \quad \Delta = \text{diketahui.} \quad ; \quad R = \text{diketahui.}$$

$$L_s = \frac{\theta s}{180} \times R = \frac{\theta s}{28,648} \times R.$$

$$\frac{2.\pi}{28,648}$$

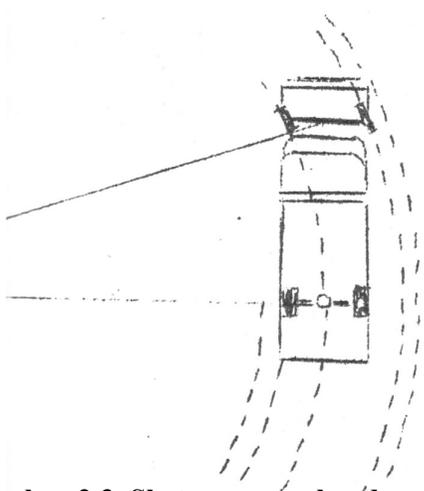
$$T_s = (R + p) \operatorname{tg} \frac{\Delta}{2} + k$$

$$E_s = \frac{(R + p)}{\operatorname{Cos} \frac{\Delta}{2}} - R$$

$$L_t = 2 L_s$$

$$L_c = 0$$

2.2.4 Pelebaran Perkerasan Pada Tikungan



Pada tikungan kendaraan tidak dapat membuat lintasan sesuai jalur yang tersedia, seperti pada bagian lurus. Hal ini disebabkan kendaraan mempunyai panjang tertentu, dimana pada waktu membelok yang di beri sudut belokan adalah roda depan. Oleh karenanya pada tikungan roda belakang akan menjalani lintasan yang lebih kedalam dari pada roda depan, bila kendaraan berjalan dengan kecepatan rendah.

Gambar 2.3 Sket manuver kendaraan pada tikungan

Bila kendaraan berjalan dengan kecepatan tinggi, maka akan terjadi pergeseran roda belakang ke arah luar. Hal-hal tersebut terjadi, karena kesukaran pengemudi untuk mengatur lintasannya pada jalur selama berjalan, terutama pada kecepatan tinggi. Karena alasan tersebut diatas maka perlu adanya penambahan lebar perkerasan pada daerah tikungan .

Posisi roda kendaraan terhadap perkerasan pada tikungan seperti terlihat pada gambar. Besarnya penambahan lebar pada tikungan .

$$B = n (b^1 + c) + (n - 1) T_d + z, \text{ Dimana :}$$

B = Lebar perkerasan pada tikungan, (meter)

n = Jumlah jalur jalan lintas

- b^1 = Lebar lintasan kendaraan truck pada tikungan, (meter)
- T_d = Lebar melintang akibat tonjolan, (meter)
- Z = Lebar tambahan akibat kelalaian dalam mengemudi, (meter)
- C = Kebebasan kesamping (meter, 0.80 meter)\

2.2.5 Stationing

Stationing dimulai dari titik awal proyek dengan nomor station 0+000. Angka sebelah kiri tanda (+) menunjukkan KM Sedang sebelah kanan tanda (+) menunjukkan M. Angka station bergerak ke atas dan tiap 50 m di tuliskan pada gambar rencana. Kemudian nomor station pada titik-titik utama tikungan (TS, SC, CS, ST atau TC CT serta PT) harus dicantumkan .Pemberian nomor station diakhiri pada titik proyek.

2.3 Drainase Jalan Raya

2.3.1 Macam - Macam Drainase

- a. Drainase Sistem Gravitasi
- b. Drainase Sistem Sub Surface

2.3.2 Klasifikasi Aliran

Pada umumnya tipe melalui saluran terbuka adalah *turbulen*, karena kecepatan aliran dan kekasaran dinding terlalu besar.

Klasifikasi aliran berdasarkan bilangan *Reynolds* dapat dibedakan menjadi 3 kategori:

- $Re < 500$ aliran laminar
- $500 < Re < 12.500$ aliran transisi
- $Re > 12.500$ aliran turbulen

Aliran melalui saluran terbuka disebut seragam (*uniform*) apabila berbagai variabel aliran (h, p, v, q) disetiap penampang sepanjang aliran konstan.

Aliran disebut tidak seragam/ berubah (non-uniform flow/ variable flow) apabila variabel aliran seperti h , p , v , q disepanjang saluran tidak konstan. Aliran dapat juga dibedakan menjadi 3 tipe berdasarkan bilangan Froude ($Fr = v\sqrt{gy}$) sebagai berikut:

1. Aliran kritis $Fr = 1$
2. Aliran sub kritis $Fr < 1$
3. Aliran super kritis $Fr > 1$

2.3.3 Aliran Seragam

Contoh : Aliran melalui daluran irigasi

Rumus-rumus empiris:

Dari R. Chezy : $V = C \sqrt{Ri}$

Koefisien Chezy dapat digunakan rumus sebagai berikut:

1. Rumus Bezin

$$c = \frac{87}{1 + \frac{\alpha\beta}{\sqrt{R}}}$$

$\alpha\beta$ adalah koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding

2. Rumus Ganguillet – Kutter

$$C = \frac{23 + \frac{0.00155}{i} + \frac{1}{n}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{1}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

3. Rumus Manning

$$c = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

Dengan persamaan tersebut rumus kecepatan aliran menjadi (substitusi ke persamaan 1)

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2}$$

4. Rumus Strickler

$$k_s = \frac{1}{n} = 26 \left(\frac{R}{d_{35}} \right)^{2/3} i^{1/2}$$

$$v = k_s R^{2/3} i^{1/2}$$

2.3.3. Penampang Ekonomis

Penampang saluran dikatakan ekonomis apabila pada debit aliran tertentu luas penampang saluran minimum dengan R maksimum atau P minimum.

- o Saluran Trapesium

$$A = y(B + my)$$

$$P = B + 2y\sqrt{1 + m^2}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{y(B + my)}{B + 2y\sqrt{1 + m^2}}$$

Bila y dan B adalah variabel dan nilai B dari persamaan (1) disubstitusi ke (2) didapat:

$$P = \frac{A - my^2}{y} + 2y\sqrt{1 + m^2}$$

Bila m konstan maka nilai P akan minimum jika $dp/dy = 0$ sehingga

$$\frac{d\rho}{dy} = \frac{d}{dy} \left(\frac{A}{y} - my + 2y\sqrt{1+m^2} \right)$$

$$= \frac{A}{y^2} - m + 2\sqrt{1+m^2}$$

Nilai A substitusikan dari persamaan (1), didapat

$$-\frac{y(B+my)}{y^2} - m + 2\sqrt{1+m^2} = 0$$

$$B + 2my = 2y\sqrt{1+m^2}$$

$$T = 2y\sqrt{1+m^2}$$

- o Saluran Segiempat

Tinggi saluran tanpa jagaan ; $y = \frac{1}{2} B$

Luas penampang basah : $A = By$

Keliling basah: $P = B+2y$

$$P = \frac{A}{y} + 2y$$

Jari-jari hidraulis : $R = \frac{A}{P} = \frac{By}{B+2y}$

Debit aliran akan maksimum apabila jari-jari hidraulis maksimum dan bila P nya minimum maka

$$\frac{dP}{dy} = 0$$

$$\frac{dP}{dy} = -\frac{A}{y^2} + 2 = 0$$

$$-B + 2y = 0$$

$$B = 2y$$

Untuk saluran segiempat ekonomis didapat

$$A = 2y^2$$

$$P = 4y$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{y}{2}$$

- o Bentuk Setengah Lingkaran

$$A = \frac{1}{2}\pi r^2$$

$$\rho = \pi r$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\frac{\pi r^2}{2}}{\pi r} = \frac{r}{2}$$

2.3.4 Kriteria perancangan saluran

Sebelum merencanakan dimensi saluran langkah pertama yang harus diketahui adalah berapa debit rencana, untuk menghitung debit rencana perlu diketahui berapa luas daerah pengaliran. Setelah besarnya debit masing-masing saluran diketahui selanjutnya dilakukan perhitungan dimensi saluran dengan parameter-parameter yang diketahui dan metode yang digunakan dalam evaluasi ini adalah metode manning. Untuk merencanakan dimensi penampang saluran drainase digunakan rumus-rumus seragam.

Aliran seragam mempunyai sifat-sifat sebagai berikut ;

- Dalam aliran luas penampang melintang aliran kecepatan aliran serta debit saluran tetap pada setiap penampang melintang saluran.

- Garis energi dan dasar saluran selalu sejajar.
- Untuk menghitung kapasitas saluran ada beberapa rumus dalam hal ini digunakan metode Manning dengan rumus ;

$$V = I / n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$Q = I / n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \cdot A$$

Dimana

$$Q = \text{Debit saluran } m^3 / dt$$

$$V = \text{Kecepatan } m / dt$$

$$A = \text{Luas penampang saluran } m^2$$

$$P = \text{Keliling basah saluran } m$$

$$R = \text{Jari-jari penampang basah saluran(AP) } m$$

Kecepatan Aliran

Kecepatan minimum yang diijinkan agar tidak menimbulkan pengendapan.

Kecepatan minimum aliran yang diijinkan sebagai berikut ;

$$\text{Kecepatan minimum} = 0,30 \text{ m / dt (dengan pasangan)}$$

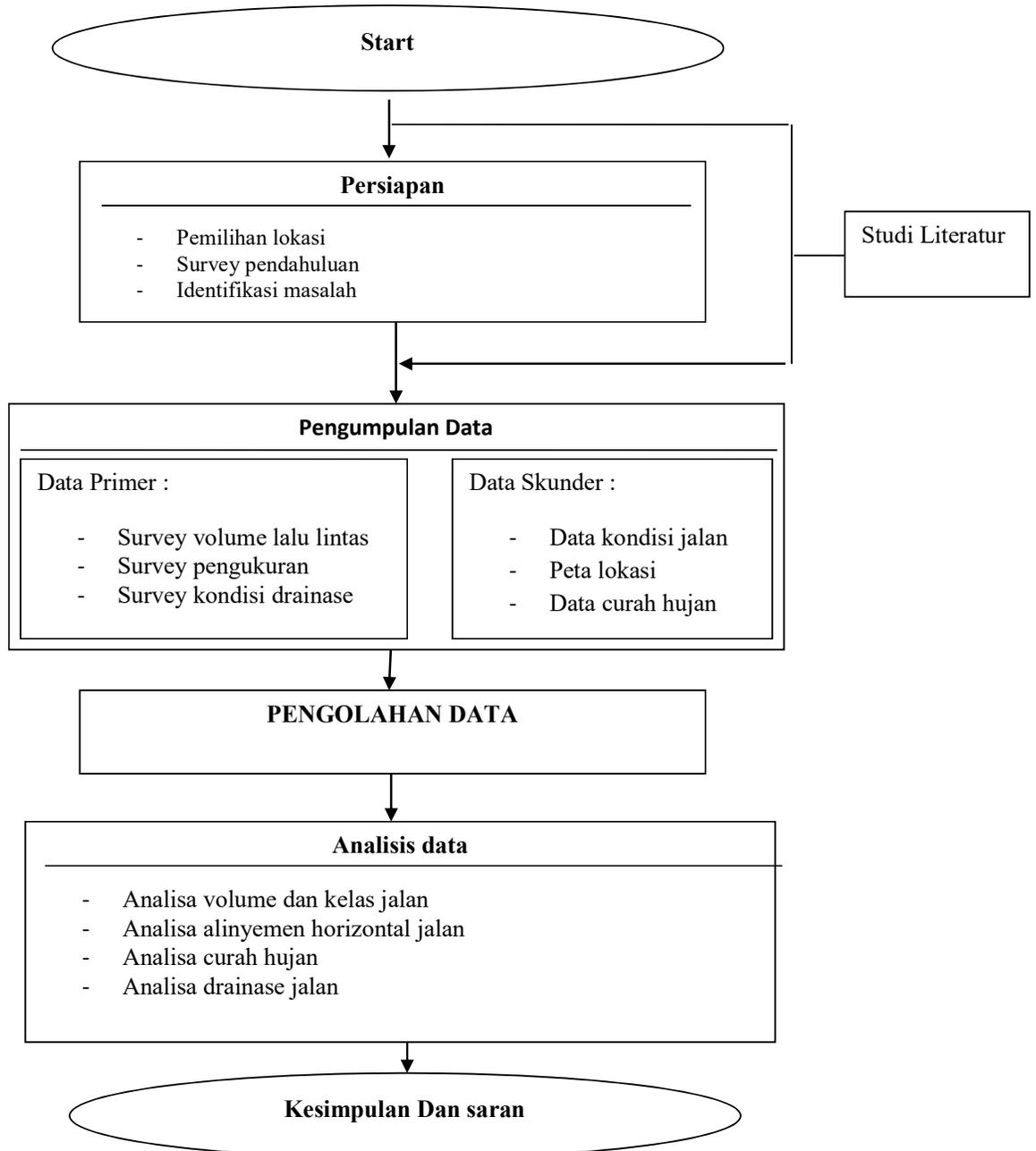
$$= 0,60 \text{ m / dt (tanpa pasangan)}$$

$$\text{Kecepatan maksimum} = 3,00 \text{ m / dt (dengan pasangan)}$$

$$= 0,90 \text{ m / dt (tanpa pasangan)}$$

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Operasional Penelitian



Gambar 3.1. Kerangka perasional Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada ruas jalan ke Gunung Ijen Bondowoso tepatnya Jalan Sukorejo – Gunung Malang

3.3 Metode Penelitian

- **Pengambilan Data Penelitian**

- a. **Data Skunder**

Data skunder merupakan data yang diperoleh dari sumber lain atau diperoleh secara tidak langsung dari sumber tertulis maupun dari instansi pemerintah. Data-data yang diperoleh antara lain:

- Data populasi penduduk
- Data Curah hujan

- b. **Data Primer**

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung pada objek penelitian. Data yang diperoleh secara langsung adalah data volume kendaraan pada jalan tersebut.

- **Pengolahan dan Analisa Data**

Data primer dan sekunder yang telah ada digunakan untuk menghitung seluruh analisa-analisa yaitu analisa kapasitas, geometrik, curah hujan dan drainase.

3.4 Hasil dan Pembahasan

Setelah analisis data selesai dilakukan maka diperoleh berapa sesungguhnya kinerja jalan utamanya drainase jalan hingga 20 tahun kedepan

3.5 Kesimpulan

Dari seluruh pembahasan didapat volume dan kapasitas jalan, realignment dan saluran drainase jalan hingga 20 tahun kedepan. Juga prasarana jalan yang diperlukan.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Volume Lalu-Lintas

Perencanaan jalan raya dimulai dengan dilakukannya analisa berbagai variabel data yang didapat di lapangan berupa pengamatan jumlah dan jenis kendaraan yang melintas yang kemudian dilakukan bermacam – macam perhitungan untuk didapat hasil-hasil data output perencanaan jalan raya pada jalan luar kota yaitu LHR (lintas harian rata-rata) kendaraan.

LHR didapatkan dengan mengkalikan koefisien emp dengan jumlah kendaraan perbuah pada masing-masing arah yang ditinjau.

Tabel 4.1. Perbandingan jumlah dan jenis kendaraan

No	Jenis kendaraan	Jumlah
1	Mobil penumpang	479
2	Bus	-
3	Truck 2 as	20
4	Sepeda Motor	624
5	Motor Roda Tiga	48

Setelah dianalisis didapatkan LHR pada tahun 2012 adalah 470 smp, kemudian setelah masa perencanaan 1 tahun yaitu tahun 2013 adalah 488 smp, dan setelah masa pelaksanaan

pada tahun 2014 adalah 538 smp, dan pada masa akhir umur rencana pada tahun 2034 adalah 1726 smp.

4.2. Kelas Jalan

Sesuai dengan peraturan perundangan terbaru yang berlaku yaitu, “undang-undang republik indonesia nomor 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan”, maka jalan Sukorejo gunung Malang, Ijen Bondowoso merupakan jalan raya sekunder kelas IIC, medan gunung dengan klasifikasinya bahwa jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari jenis penetrasi tunggal di mana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat dari kendaraan tak bermotor.

4.3. Analisa Alinyemen Horisontal Jalan

1.3.1 Data-Data Stationing dan Elevasi

Panjang total jalan adalah 4,063 km. Pengukuran dilakukan dengan jarak yang masing-masing tidak sama, agar diperoleh data akurat perbedaan elevasi tanah dimana karena alasan teknis hanya diambil garis batas tengah (BT) saja pada alat ukur waterpass tanpa mempertimbangkan garis batas atas (BA) dan batas bawah (BB).

Perolehan data elevasi dilakukan dengan pembacaan garis batas tengah (BT) waterpass pada bagian belakang pesawat dan pembacaan garis BT pada bagian depan pesawat. Dari selisih kedua BT tersebut didapatkan perbedaan tinggi tanah. Sedangkan elevasi tanahnya diperoleh dengan terlebih dahulu mengetahui tinggi elevasi tanah tempat pengukuran dari atas permukaan laut (MSL/Mean Sea Level).

1.3.2 Alinyemen Horizontal

Data koordinat titik stationing perencanaan jalan didapat dari hasil analisa pada gambar sket tikungan dimana tiap centimeter dari gambar dikalikan dengan skalanya yaitu 1 : 10.000 yang kemudian dihasilkan jarak sebenarnya dilapangan seperti pada tabel berikut.

Dalam perencanaan lebar tikungan, hanya diambil tikungan yang paling kritis, yaitu tikungan yang memiliki jari – jari kelengkungan yang terkecil.

$$D = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

$$= \sqrt{(194 - 0)^2 + (-48 - 0)^2} = 199.85 \text{ m}$$

$$\alpha = \arctan \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)}$$

$$= \arctan \frac{(-48 - 0)}{(194 - 0)} = -13.897^\circ$$

$$\Delta = \text{absolute } (\alpha_2 - \alpha_1)$$

$$= |49.053 - (-13.897)|$$

$$= 62.951^\circ$$

Tabel 4.2. Data koordinat stationing jalan Sukorejo-Gn. Malang, Ijen Bondowoso

TITIK	X (m)	Y (m)
A	0	0
PI ₁	194	-48
PI _b	489	292
B	504	244

Tabel 4.3 Data sudut tikungan jalan Sukorejo-Gn. Malang, Ijen Bondowoso

TITIK	STATION	ABSIS (X)	ORDINAT (Y)	D (m)	α (°)	Δ (°)
A	0+763	0	0	199.85	-	
PI ₁	0 + 963	194	-48	450.14	13.8971763	62.9507305
PI ₂	1 + 413	489	292	50.29	49.0535542	121.6995296
B	1 + 463	504	244		-	
					72.6459754	

Setelah diketahui besar sudut tikungan yang akan dipakai, selanjutnya dengan menggunakan bantuan tabel perhitungan e dan Ls minimum, untuk alinyemen horizontal direncanakan menggunakan tikungan dengan tipe spiral-circle-spiral (S-C-S).

Mengingat kondisi jalan termasuk dalam medan gunung, maka sebaiknya pengambilan asumsi rencana untuk jari-jari tikungan (R) tidak terlalu besar dan disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Direncanakan $R_1 = 160$ m

Berdasarkan tabel perhitungan e dan Ls minimum untuk rural highway 2 jalur, $e_{max} = 0.01$ dengan kecepatan rencana $V = 30$ km/jam dan $R = 160$ m, didapat

$$L_s = 30 \text{ m}$$

$$e_{max} = 0.028 = 2.8\%$$

Sehingga,

$$\begin{aligned}\varnothing_s &= \frac{28.648 * L_s}{R} \\ &= \frac{28.648 * 30}{160} = 5.37^0\end{aligned}$$

Berdasarkan tabel fungsi spiral untuk $L_s = 1$ dan sudut pusat spiral (\varnothing_s) = 5.37^0 didapatkan hasil

$$P^* = 0.0078512$$

$$K^* = 0.4998501$$

Maka,

$$\begin{aligned}P &= P^* \times L_s \\ &= 0.0078512 * 30 = 0.235536\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}K &= K^* \times L_s \\ &= 0.4998501 * 30 = 14.995502\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta' &= \Delta - 2 \varnothing_s \\ &= 62.95 - 2 * 5.37 = 52.207^0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_c &= \frac{\Delta'}{360} * 2\pi R \\ &= \frac{52.207}{360} * 2\pi * 160 = 145.717 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L &= L_c + 2L_s \\ &= 145.717 + 2 * 30 = 205.717 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Tt &= (R+P)\tan \frac{1}{2}\Delta + K \\
&= (160+0.235536)\tan \frac{1}{2} \cdot 62.95 + 14.995502 \\
&= 113.093 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Es &= \frac{(R+P)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \\
&= \frac{(160+0.235536)}{\cos \frac{62.95}{2}} - 160 = 27.879 \text{ m}
\end{aligned}$$

Apabila data-data tikungan telah di analisa secara cermat, maka besar dari tikungan juga harus dikontrol mengingat bahwa suatu tikungan pada jalan tidak boleh menikung terus sehingga harus diberi ”kenyamanan” berupa sedikit jalan lurus, maka untuk mengetahui apakah tikungan yang direncanakan telah sesuai dengan lebar tikungan yang ada pada kondisi lapangan sesungguhnya harus dikontrol untuk mencegah terjadi terjadi overlapping yang mengakibatkan perencanaan tikungan tak bisa digunakan dan harus dilakukan perencanaan ulang.

$$\text{Jarak } P_1-P_2 = 450.14 \text{ m}$$

$$\text{Jarak } P_2-B = 50.29 \text{ m}$$

$$Tt_1 = 113.093 \text{ m}$$

$$Tt_2 = 79.484 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
\text{Kontrol overlap} &= \text{Jarak } P_1-P_2 - (\frac{1}{2}(Tt_1+Tt_2)) \\
&= 450.14 - (\frac{1}{2}(113.093+79.484)) \\
&= 353.849 \text{ m}
\end{aligned}$$

Sehingga perencanaan tikungan dapat digunakan karena masih terdapat jalan lurus yang memudahkan pengendara untuk mempersiapkan diri melewati tikungan horizontal, hal ini mengindikasikan bahwa tidak terjadi overlapping (aman).

Hal berikutnya yang perlu ditinjau adalah penentuan data stationing untuk memudahkan pengerjaan fisik proyek jalan di lapangan.

$$\begin{aligned} \text{Sta Ts} &= \text{Sta P}_1 + d - Tt \\ &= 963 + 199.85 - 113.093 = 86.756 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sta Sc} &= \text{Sta Ts} + Ls \\ &= 86.756 + 30 \\ &= 116.756 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sta Cs} &= \text{Sta Sc} + Lc \\ &= 116.756 + 145.717 \\ &= 262.47 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sta St} &= \text{Sta Cs} + Ls \\ &= 262.47 + 30 \\ &= 292.47 \text{ m} \end{aligned}$$

Selanjutnya secara lengkap, tabel perencanaan data tikungan alinyemen horizontal pada jalan Sukorejo gunung Malang, Ijen Bondowoso. Dari hasil analisa disimpulkan Alinyemen horizontal Pada kedua lokasi penelitian tidak ditemukan kesalahan panjang lengkungan (LC), dimana LC lapangan lebih panjang LC analisa

Tabel 4.4 Data stationing jalan Sukorejo-Gn. Malang, Ijen Bondowoso

TIKUNGAN	Sta	D	Tt	Ls	Lc	Sta Ts	Sta Sc	Sta Cs	Sta St
PI1	0 + 963	199.85	113.093224	30	145.717577	86.75671987	116.76	262.47	292.47
PI2	1 + 413	450.14	79.484671	50	13.714576	370.65	420.65	434.37	484.37

4.4. Analisa Curah hujan

Tabel 4.5. Data Hujan Harian Maksimum Tahunan Rata-Rata

No.	Kejadian			Stasiun Hujan		Hujan Harian Rata-Rata	Hujan mak. Harian Rata-Rata
	Tahun	Bulan	Tanggal	Sumbergading	Kawah Ijen		
1	2008	1	4	90	0	45,00	45,00
		3	11	25	54	39,50	
2	2009	1	15	69	17	43,00	43,00
		1	12	9	50	29,50	
3	2010	12	5	105	0	52,50	52,50
		10	11	0	57	28,50	
4	2011	12	25	87	14	50,50	50,50
		3	25	1	67	34,00	

Tabel 4.6. Perhitungan debit banjir dengan menggunakan Log Person Tipe III

No.	Tahun	X	log X	$(\log X - \log X)$	$(\log X - \log X)^2$	$(\log X - \log X)^3$
1	2008	45,000	1,653	-0,02432	0,00059	-0,00001
2	2009	43,000	1,633	-0,04406	0,00194	-0,00009
3	2010	52,500	1,720	0,04263	0,00182	0,00008
4	2011	50,500	1,703	0,02576	0,00066	0,00002
Jumlah		191,000	6,710	0,000	0,005	0,000
rata-rata			1,678			

Tabel 4.7. Hasil perhitungan kofisien Log Person III

Kata Ulang	G	dari tabel		K
		Koef	%peluang	
2	-0,0132	0,00	0,000	0,0022
		-0,20	0,033	
5	-0,0132	0,00	0,842	0,8425
		-0,20	0,850	
10	-0,0132	0,00	1,282	1,2804
		-0,20	1,258	
25	-0,0132	0,00	1,751	1,7463
		-0,20	1,680	

Tabel 4.8. Hasil perhitungan curah hujan rancangan

No.	Kala ulang (tahun)	$\overline{\log X}$	K	S	$\log X_T$	Hujan rancangan (mm)
1	2	1,6775	0,0022	0,0409	1,6776	47,5992
2	5	1,6775	0,8425	0,0409	1,7120	51,5228
3	10	1,6775	1,2804	0,0409	1,7299	53,6908
4	25	1,6775	1,7463	0,0409	1,7489	56,0918

Hasil perhitungan curah hujan banjir rancangan terdapat variasi nilai yang tidak berbeda jauh pada periode ulang 2 tahun sampai dengan 25 tahun. Sehingga sebagai acuan dalam pengelolaan irigasi kecil, sistim drainase maupun bangunan bendung skala kecil dapat digunakan curah hujan rancangan dengan periode ulang 10 tahun sampai dengan 25 tahun. Sedangkan untuk pengelolaan irigasi yang kompleks maupun bangunan bendung yang besar dapat digunakan curah hujan rancangan dengan kala ulang 100 tahun dan 200 tahun.

4.5. Analisa Drainase jalan

Tabel 4.9 Hasil perhitungan koefisien pengaliran

No.	Nama Saluran	Luas Area		Luas Area		C
		Jalan	Hutan			
		0,83	0,25	m2	km2	
1	Saluran A	1716,75	38150,00	39866,75	0,0399	0,275
2	Saluran A'	1716,75	38150,00	39866,75	0,0399	0,275
3	Saluran B	2418,75	53750,00	56168,75	0,0562	0,275
4	Saluran B'	2418,75	53750,00	56168,75	0,0562	0,275
5	Saluran C	3093,75	68750,00	71843,75	0,0718	0,275
6	Saluran C'	3093,75	68750,00	71843,75	0,0718	0,275
7	Saluran D	3656,25	81250,00	84906,25	0,0849	0,275
8	Saluran D'	3656,25	81250,00	84906,25	0,0849	0,275
9	Saluran E	4275,00	95000,00	99275,00	0,0993	0,275
10	Saluran E'	4275,00	95000,00	99275,00	0,0993	0,275
11	Saluran F	6245,55	138790,00	145035,55	0,1450	0,275
12	Saluran F'	6245,55	138790,00	145035,55	0,1450	0,275
13	Saluran G	7785,00	173000,00	180785,00	0,1808	0,275
14	Saluran G'	7785,00	173000,00	180785,00	0,1808	0,275
15	Saluran H	9141,75	121890,00	131031,75	0,1310	0,290
16	Saluran H'	9141,75	121890,00	131031,75	0,1310	0,290

Tabel 4.10. Hasil perhitungan waktu konsentrasi

No.	Nama Saluran	(L)	(ΔH)	(S)	Waktu Konsentrasi (tc)	Waktu Konsentrasi (tc)
		(m)	(m)		(menit)	(jam)
1	Saluran A	50	2,0	0,040	4,657	0,078
2	Saluran A'	50	2,0	0,040	4,657	0,078
3	Saluran B	50	2,0	0,040	4,657	0,078
4	Saluran B'	50	2,0	0,040	4,657	0,078
5	Saluran C	50	2,0	0,040	4,657	0,078
6	Saluran C'	50	2,0	0,040	4,657	0,078
7	Saluran D	50	2,0	0,040	4,657	0,078
8	Saluran D'	50	2,0	0,040	4,657	0,078
9	Saluran E	50	2,0	0,040	4,657	0,078
10	Saluran E'	50	2,0	0,040	4,657	0,078
11	Saluran F	50	2,0	0,040	4,657	0,078
12	Saluran F'	50	2,0	0,040	4,657	0,078
13	Saluran G	50	0,2	0,004	11,301	0,188
14	Saluran G'	50	0,2	0,004	11,301	0,188
15	Saluran H	30	0,2	0,005	6,998	0,117
16	Saluran H'	30	0,2	0,005	6,998	0,117

Tabel 4.11. Hasil perhitungan intensitas hujan

No.	Nama Saluran	Hujan Rancangan	Tc	Intensitas Hujan
		(mm)	(jam)	(mm/jam)
1	Saluran A	56,0918	0,078	106,8671
2	Saluran A'	56,0918	0,078	106,8671
3	Saluran B	56,0918	0,078	106,8671
4	Saluran B'	56,0918	0,078	106,8671
5	Saluran C	56,0918	0,078	106,8671
6	Saluran C'	56,0918	0,078	106,8671
7	Saluran D	56,0918	0,078	106,8671
8	Saluran D'	56,0918	0,078	106,8671
9	Saluran E	56,0918	0,078	106,8671
10	Saluran E'	56,0918	0,078	106,8671
11	Saluran F	56,0918	0,078	106,8671
12	Saluran F'	56,0918	0,078	106,8671
13	Saluran G	56,0918	0,188	59,1803
14	Saluran G'	56,0918	0,188	59,1803
15	Saluran H	56,0918	0,117	81,4579
16	Saluran H'	56,0918	0,117	81,4579

Tabel 4.12. Hasil perhitungan debit banjir rancangan 25 tahun

No.	Nama Saluran	C	Intensitas Hujan	A	Q Banjir Rancangan
			(mm/jam)	m ²	(m ³ /dt)
1	Saluran A	0,2748	106,8671	0,0399	0,3252
2	Saluran A'	0,2748	106,8671	0,0399	0,3252
3	Saluran B	0,2748	106,8671	0,0562	0,4582
4	Saluran B'	0,2748	106,8671	0,0562	0,4582
5	Saluran C	0,2748	106,8671	0,0718	0,5860
6	Saluran C'	0,2748	106,8671	0,0718	0,5860
7	Saluran D	0,2748	106,8671	0,0849	0,6926
8	Saluran D'	0,2748	106,8671	0,0849	0,6926
9	Saluran E	0,2748	106,8671	0,0993	0,8098
10	Saluran E'	0,2748	106,8671	0,0993	0,8098
11	Saluran F	0,2748	106,8671	0,1450	1,1831
12	Saluran F'	0,2748	106,8671	0,1450	1,1831
13	Saluran G	0,2748	59,1803	0,1808	0,8166
14	Saluran G'	0,2748	59,1803	0,1808	0,8166
15	Saluran H	0,2901	81,4579	0,1310	0,8602
16	Saluran H'	0,2901	81,4579	0,1310	0,8602

Tabel 4.13. Hasil perhitungan kemiringan saluran

No.	Nama Saluran	(L)	(ΔH)	(I)
		(m)	(m)	
1	Saluran A	763	67,799	0,088858
2	Saluran A'	763	67,799	0,088858
3	Saluran B	270	27,942	0,103489
4	Saluran B'	270	27,942	0,103489
5	Saluran C	300	34,500	0,115000
6	Saluran C'	300	34,500	0,115000
7	Saluran D	250	21,098	0,084392
8	Saluran D'	250	21,098	0,084392
9	Saluran E	275	7,536	0,027404
10	Saluran E'	275	7,536	0,027404
11	Saluran F	876	48,221	0,055059
12	Saluran F'	876	48,221	0,055059
13	Saluran G	684	75,095	0,109756
14	Saluran G'	684	75,095	0,109756
15	Saluran H	603	35,536	0,058932
16	Saluran H'	603	35,536	0,058932

Tabel 4.14 Hasil perhitungan dimensi saluran persegi

No	Nama Saluran	b	h	h2	h1	A	P	R	n	l	V	Fr	Q Sal	Q Min	Q sal > Q min
		m	m	m	m	m ²	m				m/s		m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det
1	Saluran A	0,7	0,8	0,16	0,64	0,45	1,98	0,226	0,012	0,020	4,376	1,746	1,960	0,325	Ok !
2	Saluran B	0,7	0,8	0,16	0,64	0,45	1,98	0,226	0,012	0,020	4,376	1,746	1,960	0,458	Ok !
3	Saluran B'	0,7	0,8	0,16	0,64	0,45	1,98	0,226	0,012	0,020	4,376	1,746	1,960	0,458	Ok !
4	Saluran C	0,7	0,8	0,16	0,64	0,45	1,98	0,226	0,012	0,020	4,376	1,746	1,960	0,586	Ok !
5	Saluran C'	0,7	0,8	0,16	0,64	0,45	1,98	0,226	0,012	0,020	4,376	1,746	1,960	0,586	Ok !
6	Saluran D	0,7	0,8	0,16	0,64	0,45	1,98	0,226	0,012	0,020	4,376	1,746	1,960	0,693	Ok !
7	Saluran D'	0,7	0,8	0,16	0,64	0,45	1,98	0,226	0,012	0,020	4,376	1,746	1,960	0,693	Ok !
8	Saluran E	0,7	0,8	0,16	0,64	0,45	1,98	0,226	0,012	0,020	4,376	1,746	1,960	0,810	Ok !
9	Saluran E'	0,7	0,8	0,16	0,64	0,45	1,98	0,226	0,012	0,020	4,376	1,746	1,960	0,810	Ok !
10	Saluran F	0,7	0,8	0,16	0,64	0,45	1,98	0,226	0,012	0,020	4,376	1,746	1,960	1,183	Ok !
11	Saluran F'	0,7	0,8	0,16	0,64	0,45	1,98	0,226	0,012	0,020	4,376	1,746	1,960	1,183	Ok !

Tabel 4.15 Hasil perhitungan dimensi saluran trapesium

No	Nama Saluran	b	h	h2	h1	m	T	A	P	R	n	l	V	Fr	Q Sal	Q Min	Q sal > Q min
		m	m	m	m		m	m ²	m				m/s		m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det
1	Saluran A	0,6	0,6	0,12	0,48	L	1,80	0,52	1,96	0,265	0,035	0,020	1,666	0,768	0,864	0,325	Ok !
2	Saluran G	0,6	0,6	0,12	0,48	L	1,80	0,52	1,96	0,265	0,035	0,020	1,666	0,768	0,864	0,817	Ok !
3	Saluran G'	0,6	0,6	0,12	0,48	L	1,80	0,52	1,96	0,265	0,035	0,020	1,666	0,768	0,864	0,817	Ok !
4	Saluran H	0,6	0,6	0,12	0,48	L	1,80	0,52	1,96	0,265	0,035	0,020	1,666	0,768	0,864	0,860	Ok !
5	Saluran H'	0,6	0,6	0,12	0,48	L	1,80	0,52	1,96	0,265	0,035	0,020	1,666	0,768	0,864	0,860	Ok !

Dari hasil perhitungan di atas dengan dimensi saluran yang direncanakan :

- Persegi

Tinggi saluran (t) = 0.8 m

Lebar saluran (l) = 0.7 m

- Trapesium

Tinggi saluran (t) = 0.6 m

Lebar bawah saluran (b) = 0.6 m

Dari analisa diatas dimensi persegi maupun trapesium didapat debit saluran > daripada debit rencana, maka dimensi saluran dapat menampung debit banjir yang akan terjadi dalam periode 25 tahun.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa kajian didapat sebagai berikut :

1. Volume Kendaraan atau LHR dalam 2 tahun atau pada awal pemakaian adalah = 538 smp, sedang 20 tahun mendatang adalah 1726 smp.
2. Kelas jalan pada jalan menuju pegunungan ijen adalah IIC
3. Alinyamen horisontal Pada kedua lokasi penelitian tidak ditemukan kesalahan panjang lengkungan (LC), dimana LC lapangan lebih panjang LC analisa
4. Hasil perhitungan curah hujan banjir rancangan terdapat variasi nilai yang tidak berbeda jauh pada periode ulang 2 tahun sampai dengan 25 tahun dan dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan irigasi kecil, sistim drainase maupun bangunan bendung skala kecil, termasuk perhitungan drainase jalan ke gunung ijen Bondowoso.
5. Saluran Drainase yang ada pada areal penelitian yaitu jalan menuju kejalan gunung ijen Bondowoso 11 tempat saluran dengan bentuk persegi dengan Tinggi saluran (t)= 0.8 m dan Lebar saluran (l) = 0.7 m sedangkan 5 tempat saluran dengan bentuk trapesium dengan ukuran tinggi saluran (t) = 0.6 m dan lebar bawah saluran (b) = 0.6 m

5.2 Saran

Dari hasil analisa kajian tersebut disarankan sebagai berikut :

1. Perlunya pemeliharaan pada ruas jalan ke gunung ijen
2. Diperlukan pembuatan saluran drainase sebelah kiri (dari arah Bangsalsari ke Tanggul), mengingat kondisi sekarang belum ada.

DAFTAR PUSTAKA

MTS Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang. Chandola, S.P. (2001), A Textbook of Transportation Engineering, S. Chand & Company LTD, Ram Nagar, New Delhi.

Departemen Pekerjaan Umum. (1997), Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), Departemen Pekerjaan Umum, Dirjen Bina Marga, Jakarta.

Khisty, C.J. & Kent Lall, B. (2005), Transportation Engineering: An Introduction/Third Edition, Indonesian Edition, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Sutanto (2006), Pedoman Drainase Jalan Raya