

EVALUASI JARINGAN DRAINASE JALAN BRIGPOL SUDARLAN KELURAHAN NANGKAAN KECAMATAN BONDOWOSO KABUPATEN BONDOWOSO

Edi suyitno¹, Nanang Saiful Rizal, ST. MT.², Irawati, ST. MT.³

Abstrak

Banjir merupakan permasalahan yang sering dijumpai di kota-kota besar, begitu pula yang terjadi di jalan Brigpol Sudarlan Bondowoso saat hujan, kondisi saluran air meluap kejalan raya yang berakibat timbulnya genangan air pada permukaan jalan dan permukiman warga disekitar jalan raya tersebut.maka perlu adanya evaluasi system drainase perkotaan agar masalah tersebut dapat ditangani.

Untuk mengetahui berapa besar debit air yang masuk ke dalam saluran dan mengetahui kemampuan saluran menampung air dapat dilakukan dengan perhitungan curah hujan maksimum,dan mencari luasan daerah aliran sungai (DAS) dengan menggunakan metode Poligon Thiessen, dianalisa dengan menggunakan metode distribusi, kemudian debit banjir rencana lalu analisa hidroliknya.

Dalam mengevaluasi sistem drainase ini pertama mencari data-data lapangan seperti tata guna lahan, kondisi existing saluran, data hujan selama 10 tahun terakhir, kemudian di analisa hidrologinya yang mencakup, curah hujan maksimum, frekuensi dan distribusi curah hujan,debit banjir rencana. Kemudian analisa hidroliknya yang mencakup,kemiringan dasar saluran, unsur geometrik, dan perencanaan saluran itu sendiri

Setelah melakukan analisa tentang sistem drainase dan polder yang berada dikawasan jalan Brigpol Sudarlan Bondowoso ini bisa menjadi dasar atau pelaksanaan teknis yang dapat diterapkan pada kenyataan dengan melakukan perubahan dimensi saluran yang ada sesuai besaran hasil analisa yang ada dalam evaluasi ini.

Kata kunci : Drainase dan polder, Analisa Hidrologi, Analisa Hidrolika

Abstract

Flood is a problem that is often found in big cities, as well as those that occur on the road Brigpol Sudarlan Bondowoso when the rain, the water channel overflowed the highway that resulted in water puddles on the road surface and settlements around the highway tersebut.aka need an evaluation urban drainage system so that the problem can be handled.

To find out how much water discharge entering the channel and to know the ability of channel to collect water can be done with the calculation of maximum rainfall, and to find the area of watershed (DAS) by using Thiessen Polygon method, analyzed by using distribution method, then flood discharge plan then hydraulic analysis.

In evaluating the drainage system it is first to look for field data such as land use, existing channel conditions, rainfall data for the last 10 years, then in the hydrological analysis including, maximum rainfall, frequency and distribution of rainfall, flood discharge plan. Then the hydraulic analysis includes the basic slope of the channel, the geometric element, and the channel planning itself

After analyzing the drainage and polder system located in the Brigpol Sudarlan Bondowoso road, this can be a basic or technical implementation that can be applied in reality by changing the existing channel dimension according to the magnitude of the analysis result in this evaluation.

Keywords: Drainage and polder, Hydrology Analysis, Hydraulics Analysis

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Banjir merupakan fenomena alam dimana terjadi kelebihan air yang tidak tertampung oleh sistem jaringan saluran air (drainase) di suatu daerah sehingga menimbulkan genangan yang merugikan. Kerugian yang diakibatkan banjir seringkali sulit diatasi baik oleh masyarakat maupun instansi terkait. Banjir disebabkan oleh berbagai macam faktor yaitu kondisi daerah tangkapan hujan, durasi dan intensitas hujan, kondisi topografi, dan kapasitas jaringan drainase.

Banjir di daerah perkotaan memiliki karakteristik yang berbeda dengan banjir pada lahan/alamiah. pada kondisi di alam, air hujan yang turun ke tanah akan mengalir sesuai kontur tanah yang ada ke arah yang lebih rendah. Untuk daerah perkotaan pada umumnya air hujan yang turun akan dialirkan masuk ke dalam saluran-saluran buatan tadi. Ada kalanya, kapasitas saluran tersebut tidak mencukupi untuk menampung air hujan yang terjadi yang terjadi, sehingga mengakibatkan terjadinya banjir.

Khususnya jalan Brigpol sudarlan Bondowoso saat hujan turun, kondisi saluran air meluap ke jalan raya yang berakibat timbulnya genangan air pada permukaan jalan dan permukiman warga disekitar jalan raya tersebut.

Maka dari permasalahan tersebut perlu adanya evaluasi kondisi drainase yang ada pada sistem drainase yang mengalir memasuki saluran utama di jalan Brigpol Sudarlan Bondowoso tersebut. Oleh karena itu harus diketahui permasalahan yang

sesungguhnya yang menyebabkan air meluap ke jalan.

Identifikasi Masalah

Akibat terjadinya luapan air yang tidak tertampung saluran saat hujan di jalan Brigpol Sudarlan Bondowoso.

Rumusan Masalah

Untuk mengatasi masalah limpasan air hujan yang meluap dari saluran di jalan Brigpol Sudarlan Bondowoso maka yang harus diketahui adalah

1. Berapa debit yang dapat ditampung saluran drainase di jalan Brigpol Sudarlan?
2. Bagaimana sistem arah aliran aliran tersebut
3. Berapa dimensi yang diperlukan untuk menampung debit di jalan Brigpol Sudarlan?
4. Bagaimana perencanaan alternatif penanggulangan banjir dengan cara pembangunan polder di kawasan tersebut?

Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah :

1. Lingkup yang di amati atau penelitian hanya pada jalan Brigpol Sudarlan Bondowoso yang telah disurvei.
2. Tidak membahas RAB untuk Saluran dan RAB polder
3. Tidak menghitung stabilitas perencanaan Polder atau kolam Tampungan.

Tujuan Studi

1. Mengetahui debit banjir rancangan dan kapasitas pada saluran.

2. Mengetahui sistem arah aliran guna dapat memperhitungkan panjang persaluran.
3. Mengetahui persentase perubahan dimensi saluran dari saluran *existing* ke saluran baru.
4. Mengetahui besarnya kapasitas air di dalam polder yang akan ditampung.

Manfaat Penelitian

Untuk manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Instansi terkait, penelitian ini diharapkan sebagai masukan yang teknis bagi instansi terkait untuk penanggulangan banjir di jalan Brigpol Sudarlan Bondowoso
2. Bagi akademik, dari hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan informasi dan menjadi acuan bagi peneliti lainnya khususnya yang mendalami bidang air, selain itu agar dapat berguna bagi perkembangan ilmu pengetahuan dimasa kini bahkan dimasa mendatang.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Umum

Pada prinsipnya setiap daerah aliran sungai mempunyai sifat-sifat khusus yang berbeda, hal ini memerlukan kecermatan dalam menerapkan suatu teori yang cocok pada daerah pengaliran. Oleh karena itu, sebelum memulai perencanaan konstruksi drainase, perlu adanya kajian pustaka untuk menentukan spesifikasi-spesifikasi yang akan menjadi acuan dalam perencanaan pekerjaan konstruksi tersebut.

Limpasan Permukaan

Pengertian limpasan adalah apabila intensitas hujan yang jatuh di suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) melebihi kapasitas infiltrasi, setelah laju infiltrasi terpenuhi air akan mengisi cekungan-cekungan pada permukaan tanah. Setelah cekungan-cekungan tersebut penuh, selanjutnya air akan mengalir (melimpas) diatas permukaan tanah. Beberapa variable yang ditinjau dalam analisis banjir adalah volume

banjir, debit puncak, tinggi genangan, lama genangan dan kecepatan aliran air tersebut.

Analisa Data Data Curah Hujan

Untuk data curah hujan yang digunakan dalam analisa terhadap alternatif penanganan banjir tersebut adalah data curah hujan yang maksimum. Hal ini bertujuan agar analisa dapat mendekati kondisi yang sebenarnya yang ada di lapangan. Data curah hujan tersebut didapat dari stasiun-stasiun penakar hujan maupun stasiun-stasiun pos hujan yang terdapat di sekitar daerah aliran, yang dapat mewakili frekuensi curah hujan yang jatuh dalam daerah tangkapan hujan (*catchment area*).

Menghitung Curah Hujan (CH) Rata-Rata

Untuk dapat mewakili besarnya CH di suatu wilayah/daerah diperlukan penakar CH dalam jumlah yang cukup. Semakin banyak penakar dipasang di lapangan diharapkan dapat diketahui besarnya rata-rata CH yang menunjukkan besarnya CH yang terjadi di daerah tersebut. Disamping itu juga diketahui variasi CH di suatu titik pengamatan. Menurut (*Hutchinson, 1970 ; Browning, 1987 dalam Asdak C. 1995*). Ada tiga cara dalam menentukan curah hujan (CH), sebagai berikut :

- ❖ Cara rata – rata aritmatik (*Aljabar*)
- ❖ Cara poligon (*Thiessen polygon*)
- ❖ Cara isohet (*Isohyetal*)

Cara rata-rata aritmatik (Aljabar)

Cara rata-rata aritmatik adalah cara yang paling mudah diantara cara lainnya (*poligon dan isohet*). Digunakan khususnya untuk daerah seragam dengan variasi CH kecil. Hujan kawasan diperoleh dari persamaan;

$$P = (P_1 + P_2 + p_3 + \dots + P_n) / n$$

Dengan :

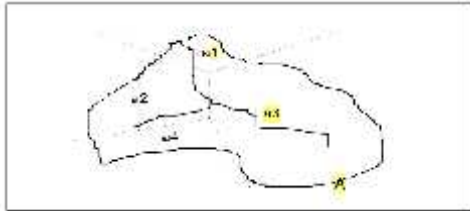
P = Curah hujan rata-rata

P₁, P₂, P₃,..... = Curah hujan yang tercatat pada tiap pos pengukur hujan

Cara Poligon (*Thiessen polygon*)

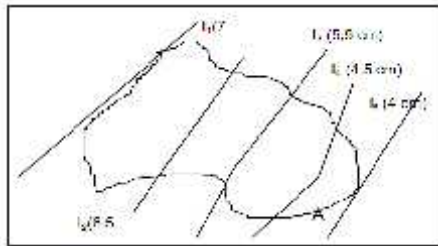
Cara ini untuk daerah yang tidak seragam dan variasi CH besar. Menurut

Shaw (1985) cara ini tidak cocok untuk daerah bergunung dengan intensitas CH tinggi. Dilakukan dengan membagi suatu wilayah (luasnya A) ke dalam beberapa daerah-daerah membentuk poligon (luas masing – masing daerah ai), seperti pada gambar 2.1



Cara Isohet (Isohyetal)

Cara ini dipandang paling baik, tetapi bersifat subyektif dan tergantung pada keahlian, pengalaman, pengetahuan pemakai terhadap sifat curah hujan pada daerah setempat. Isohet adalah garis pada peta yang menunjukkan tempat-tempat dengan curah hujan yang sama (Gambar 2.2).



Perhitungan Curah Hujan Rencana

Hujan rencana merupakan kemungkinan tinggi hujan yang terjadi dalam kala ulang tertentu sebagai hasil dari suatu rangkaian analisis hidrologi yang biasa disebut analisis frekuensi. Secara sistematis metode analisis frekuensi perhitungan hujan rencana ini dilakukan secara berurutan sebagai berikut :

1. Parameter Statistik
3. Uji Kebenaran Sebaran
2. Pemilihan Jenis Metode
4. Perhitungan Hujan Rencana

Parameter Statistik

Parameter yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata ($\bar{X}$), deviasi standar (Sd), koefisien variasi (Cv), koefisien kemiringan / skewness (Cs) dan

koefisien kurtosis (Ck). Sementara untuk memperoleh harga parameter statistik dilakukan perhitungan dengan rumus dasar sebagai berikut (Soemarto, 1999) :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum (R_i - \bar{R})^3$$

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum (R_i - \bar{R})^4}{S^4}$$

Dengan :

$\bar{X}$ = Tinggi hujan harian maksimum rata-1 rata selama n tahun (mm)

$\sum X$ = Jumlah tinggi hujan harian maksimum selama n tahun (mm)

n = Jumlah tahun pencatatan data hujan

Sd = Deviasi standar

Cv = Koefisien variasi

Cs = Koefisien kemiringan (skewness)

Ck = Koefisien kurtosis

Lima parameter statistik di atas akan menentukan jenis metode yang akan digunakan dalam analisis frekuensi. Penentuan jenis metode akan digunakan untuk analisis frekuensi dilakukan dengan beberapa asumsi sebagai berikut :

- Metode Normal
- Metode Gumbel Tipe I
- Metode Log Pearson Tipe III
- Metode Log Normal

Distribusi Normal

Peluang distribusi normal dapat dituliskan dalam bentuk rata-rata dan simpangan baku, sebagai berikut :

$$P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{X-\pi}{\sigma}\right)^2}$$

Dengan :

$P(X)$: Peluang terjadinya x

π : 3,14159

e : 2,71828

X : Variabel acak kontinyu

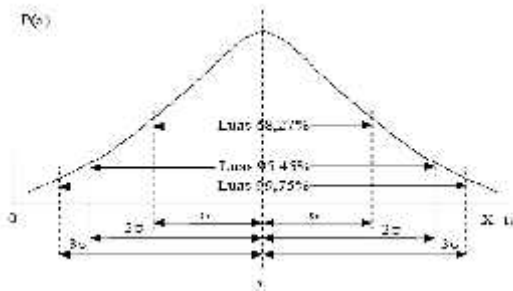
μ : Rata-rata nilai X

σ : Deviasi standar dari nilai X

(Soewarno, 1995, Hidrologi)

Apabila sebuah populasi dari data hidrologi mempunyai distribusi normal, maka :

1. Kira-kira 68,27% terletak didaerah satu deviasi standar sekitar nilai rata-ratanya, yaitu antara $(\mu - \sigma)$ dan $(\mu + \sigma)$.
 2. Kira-kira 95,45% terletak didaerah satu deviasi standar sekitar nilai rata-ratanya, yaitu antara $(\mu - 2\sigma)$ dan $(\mu + 2\sigma)$.
 3. Kira-kira 99,73% terletak didaerah satu deviasi standar sekitar nilai rata-ratanya, yaitu antara $(\mu - 3\sigma)$ dan $(\mu + 3\sigma)$.
- Sedangkan nilai 50%-nya terletak didaerah antara $(\mu - 0,6745\sigma)$ dan $(\mu + 0,6745\sigma)$.



Distribusi Gumbel

Untuk menghitung curah hujan rencana dengan Metode Gumbel digunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut (Soemarto, 1999) :

$$X_T = X + \frac{S}{S_n} (Y_T - Y_n)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Hubungan antara periode ulang T dengan Y_T dapat dihitung dengan rumus (Soemarto, 1999) :

$$Y_T = -\ln \left(-\ln \frac{T-1}{T} \right)$$

Distribusi Log Pearson Type III

Metode Log Pearson Tipe III apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematik dengan persamaan sebagai berikut (Soemarto, 1999) :

$$Y = \bar{Y} + k.S$$

Dengan :

Y = Nilai logaritmik dari X atau log X

X = Curah hujan (mm)

Y = Rata-rata hitung (lebih baik rata-rata geometrik) nilai Y

S = Deviasi standar nilai Y

K = Karakteristik distribusi peluang Log-Pearson Tipe III

Metode Log Normal

Metode Log Normal apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematik dengan persamaan sebagai berikut (Soewarno, 1995) :

$$X_T = X + K_T * S$$

Dengan :

X_T = Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi dengan periode pulang X tahun (mm)

X = Curah hujan rata-rata (mm)

S = Deviasi standar data hujan maksimum tahunan

K_T = Standard Variable untuk periode ulang T tahun yang besarnya diberikan.

Uji Keselarasan Distribusi

Ada dua jenis uji keselarasan, yaitu *Chi Square* dan *Smirnov Kolmogorof*. Pada tes ini yang diamati adalah nilai hasil perhitungan yang diharapkan.

Metode Smirnov Kolmogorof

Dikenal dengan uji kecocokan *non parametric* karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedurnya sebagai berikut :

- a. Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya dan tentukan peluangnya dari masing-masing data tersebut.
- b. Tentukan nilai variabel reduksi $\{f(t)\}$.

$$f(t) = \frac{(X - \bar{X})}{S}$$

- c. Tentukan peluang teoritis $\{P'(X_i)\}$ dari nilai $f(t)$ dengan tabel.
- d. Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih antara pengamatan dan peluang teoritis.
 $D_{maks} = \text{Maks} \{P(X_i) - P'(X_i)\}$
- e. Berdasarkan tabel nilai kritis *Smirnov Kolmogorof* tentukan harga D_0 . Lihat tabel 2.10 dan 2.11 (Suripin, Dr, Ir,

M.Eng., 2004, "Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan")

Polder

Sistem Polder adalah suatu cara penanganan banjir dengan kelengkapan bangunan sarana fisik saluran drainase, kolam restensi yang dikendalikan sebagai satu kesatuan. Dengan sistem polder maka lokasi rawan banjir akan dibatasi dengan jelas, sehingga elevasi muka air, debit volume air yang akan di keluarkan dari sistem dapat dikendalikan

Analisa Kapasitas Saluran Di Hilir

Kapasitas sungai yang diperhitungkan adalah kapasitas sungai di bagian hilir dari lokasi rencana kolam tampungan, dalam hal ini yaitu kapasitas penampang melintang saluran.

Perhitungan kapasitas dari lokasi yang ditinjau menggunakan rumus Manning sebagai berikut :

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

Dengan :

$$Q = \text{Kapasitas debit (m}^3/\text{s)}$$

$$n = \text{Koefisien kekasaran Manning}$$

Analisa Kebutuhan Lebar Pintu Air

Dalam perencanaan kolam tampungan digunakan pintu air yaitu Pintu Romijn karena saat penampungan diperlukan mercu untuk membagi aliran sungai sehingga tampungan dapat berfungsi sesuai kapasitas saluran di lokasi tersebut. Debit maksimum yang masuk ke kolam tampungan. Untuk penentuan dimensi pintu yang diperlukan, terlebih dahulu dicari lebar bangunan pembagi banjir yang sesuai.

- Lebar Efektif Pintu Romijn

Dengan rumus (Kriteria Perencanaan 04,1986) :

$$Q = C_d \cdot C_v \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\left(\frac{2}{3} \cdot 2 \cdot g \right) \cdot B \cdot h_1^{1,5}}$$

Dengan :

$$Q = \text{Debit banjir m}^3/\text{dtk}$$

$$C_d = \text{Koefisien Debit}$$

$$= 0,93 + 0,1 \cdot H_1/L \text{ dengan } L = H_{\max}$$

$$C_v = \text{Koefisien Kecepatan Datang}$$

$$= C_d \cdot A'/A_1$$

Dengan A' = Luas penampang basah diatas meja romijn

$$A_1 = \text{Luas penampang basah saluran pintu}$$

$$= C_d \cdot b \cdot h_1 / B \cdot (h_1^{0,5}) =$$

$$C_d \cdot h_1 / (h_1^{0,5})$$

$$B = \text{Lebar Efektif Pintu Romijn (m)}$$

$$H_1 = \text{Tinggi Energi di atas Meja (m)}$$

$$h_1 = \text{Tinggi Energi Hulu di atas Meja (m)}$$

$$g = \text{Percepatan Gravitasi} = 9,81 \text{ m/dtk}^2$$

$$H_1 = V_1^2 / 2g, \text{ dengan kecepatan di hulu}$$

Lebar Pintu Romijn

Direncanakan jumlah pintu romijn yang akan di perlukan Lebar tiap pintu Romijn yang akan direncanakan :

$$b_p = B_e + (K_p + K_a) \cdot H_{\max}$$

$$b_p = \text{Lebar Pintu Romijn di}$$

$$B_e = \text{Lebar Efektif pintu Romijn}$$

$$K_a = \text{Koefisien abutmen} = 0,1$$

$$H_{\max} = \text{Tinggi Muka Air banjir di atas}$$

METODOLOGI

Tempat Dan Waktu Penelitian

Studi ini dilaksanakan di kota Bondowoso yang bertempat di Jalan Brigpol Sudarlan Bondowoso. Tempat penelitian evaluasi Sistem Drainase Di Kawasan jalan Brigpol Sudarlan Bondowoso (selengkapnya disajikan pada Gambar)



Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data dibagi menjadi 2 yaitu data secara primer dan pengumpulan data secara sekunder. Pengumpulan data primer yaitu

pengumpulan data yang diperoleh secara langsung, sedangkan data sekunder yaitu data yang bersumber dari publikasi instansi pemerintah. Data – data yang dibutuhkan untuk Evaluasi Sistem Drainase Di Jl Brigpol Sudarlan Bondowoso adalah :

- a) Data Sekunder
 - Data curah hujan
 - Tata guna lahan
 - Peta kontur kabupaten Bondowoso
- a) Data Primer
 - Pengukuran beda tinggi dengan Waterpass
 - Saluran Existing

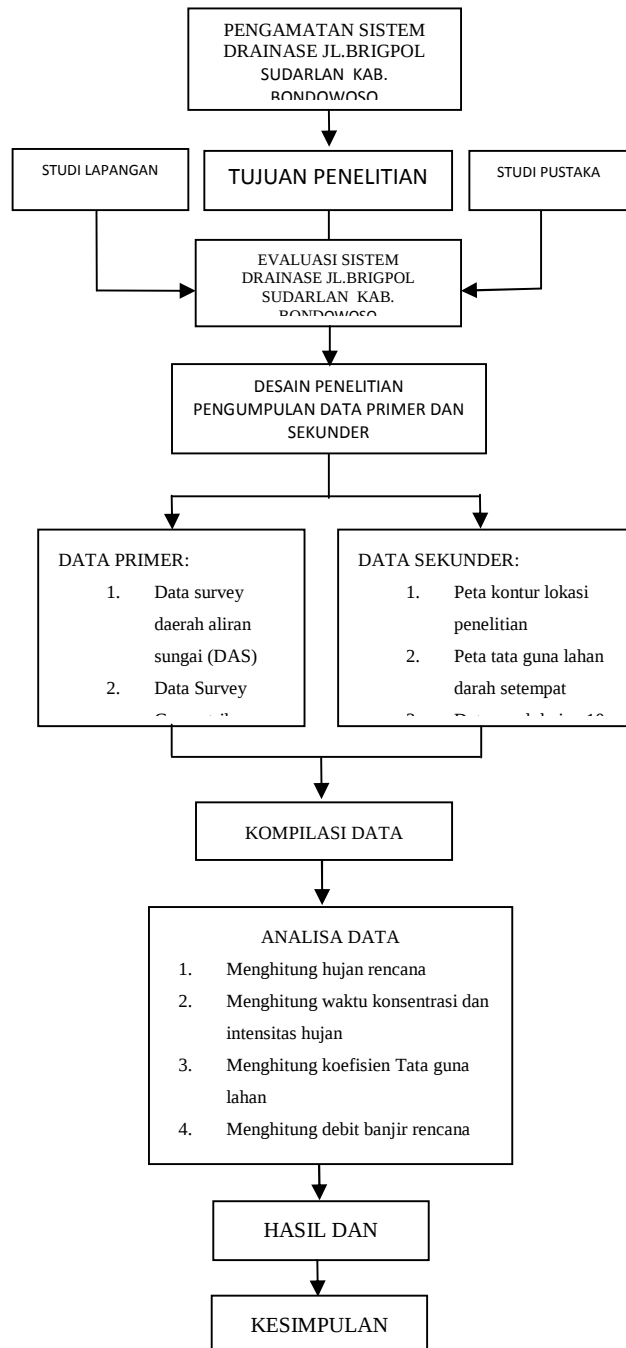
Alur Penelitian

- a) Tentukan sistem drainase, untuk mengetahui sub – sub pencabangan drainase.
- b) Tentukan zona DAS per area saluran, guna untuk mengetahui luasan DAS per saluran.
- c) Hitung curah hujan maksimum dengan metode poligon thiessen akan memperoleh data yang lebih maksimal dapada menggunakan metode aljabar.
- d) Hitung curah hujan rencana menggunakan beberapa distribusi sesuai dengan nilai CS, guna untuk mengetahui besarnya curah hujan maksimum dengan periode ulang tertentu.
- e) Hitung intensitas hujan rencana, guna untuk mengetahui berapa intensitas curah hujan yang ada diarea tijauan dalam beberapa periode.
- f) Hitung debit rencana, guna untuk mengetahui berapa debit hujan yang ada pada lokasi penelitian.
- g) Tentukan dimensi ssaluran dan hitung berapa debitnya yang dapat ditampung dimensi tersebut, jika debit dimensi lebih besar atau sama dengan debit rancangan kala ulang tahun tertentu maka dimensi tersebut dapat diterima.
- h) Tentukan dimensi saluran dan hitung berapa debitnya yang dapat ditampung dimensi tersebut, jika debit dimensi lebih besar atau sama dengan debit rencana maka lakukan perubahan dimensinya.
- i) Hitung polder/ kolam tampungan air dan kapasitas saluran di hilir serta

kebutuhan lebar pintu air, guna untuk menentukan debit yang keluar pada lokasi penelitian.

METODOLOGI PENELITIAN

Kerangka Operasional Penelitian



Gambar 4.1 Kerangka Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

Studi ini dilaksanakan di kota Bondowoso yang bertempat di Jl. Brigpol Sudarlan. Tempat penelitian evaluasi Sistem Drainase Di Kawasan Perumahan PBI Nangkaan (Jln. Brigpol Sudarlan) Bondowoso (selengkapnya disajikan pada Gambar 4.2). Waktu penelitian dilaksanakan selama tiga bulan yaitu dimulai pada bulan Maret 2015 dan berakhir pada pertengahan bulan Mei 2015.



Gambar 4.2. Lokasi Penelitian

Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data dibagi menjadi 2 yaitu data secara primer dan pengumpulan data secara sekunder. Pengumpulan data primer yaitu pengumpulan data yang diperoleh secara langsung, sedangkan data sekunder yaitu data yang bersumber dari publikasi instansi pemerintah. Data – data yang dibutuhkan untuk Evaluasi Sistem Drainase Di Kawasan Perumahan PBI Nangkaan (Jln. Brigpol Sudarlan) Bondowoso adalah :

b) Data Sekunder

- Data curah hujan
- Tata guna lahan

c) Data Primer

- Saluran Existing
- Pengukuran beda tinggi dengan WaterPas

Data Curah Hujan

Data hujan yang diolah menjadi data curah hujan harian maksimum merupakan salah satu alternatif untuk menghitung debit banjir rancangan. Data curah hujan diambil yang terdekat dengan lokasi yaitu stasiun Dam Makam (selengkapnya disajikan pada Gambar 4.3), periode pengamatan dari stasiun tersebut selama 10 tahun, mulai tahun 2005 sampai tahun 2014. selengkapnya dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Peta stasiun hujan

Peta Topografi

Peta topografi adalah peta yang memiliki informasi tentang ketinggian permukaan tanah pada suatu tempat terhadap permukaan laut, yang digambarkan dengan garis – garis kontur. Peta topografi menyediakan data yang diperlukan tentang sudut kemiringan, elevasi, dan daerah aliran sungai. Peta topografi juga menggambarkan sebanyak mungkin ciri – ciri permukaan

suatu kawasan tertentu dalam batas – batas skala. Data ini diperoleh dari lokasi penelitian.

Tata Guna Lahan

Tata guna lahan adalah sebuah pemanfaatan lahan dan penataan lahan yang dilakukan sesuai dengan kondisi eksisting alam. Tata guna lahan berupa kawasan perumahan dan fasilitas sosial.

Alat dan Bahan

Peralatan yang dipakai pada penelitian ini adalah Roll meter dan meteran 10 m untuk mengukur panjang saluran dan ukuran dimensi saluran. *WaterPas* untuk menentukan beda tinggi saluran. Alat tulis dan blanko untuk mencatat hasil survey. Kamera digital untuk dokumentasi survey.

Populasi dan Sampel

Terjadinya banjir diakibatkan aliran run off saat hujan turun mengalir deras pada permukaan yang kondisinya tidak menyerap air, pada akhirnya air langsung masuk ke saluran-saluran drainase untuk kemudian di alirkan ke sungai- sungai terdekat. Di sisi lain ada kondisi saluran drainase sudah tidak mampu menampung aliran yang melintasi saluran tersebut, serta buruknya kebiasaan masyarakat yang membuang sampah sembarangan pada saluran-saluran drainase ini memperparah keadaan dikala curah hujan sedang tinggi.

Pada kawasan pada Perumahan PBI Nangkaan khususnya kecamatan Bondowoso yaitu Jalan Bigpol sudarlan

Kabupaten Bondowoso dikala hujan mengalami kondisi saluran yang selalu meluap ke luar dari saluran saat hujan, bahkan di saat hujan deras air selalu meluap kejalan yang mengakibatkan timbulnya genangan air pada permukaan jalan.

Besar Sampel

Genangan air saat hujan sangat tampak dikala hujan deras dan adanya debit kiriman dari daerah Perumahan PBI Nangkaan dan pada tiap-tiap saluran rata-rata banyak adanya sampah yang menyumbat saluran sehingga aliran air tidak stabil.

Cara kerja

a. Studi Literatur

Pada penelitian perlu diadakan studi literatur yang diperoleh dari berbagai literatur berupa jurnal.

b. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung dari objek penelitian, meliputi:

- Survey lokasi untuk menentukan batasan Daerah Aliran Sungai (DAS) sehingga didapatkan luasan yang akan digunakan sebagai dasar perencanaan
- Survey beda tinggi saluran dengan menggunakan *WaterPas* untuk mendapatkan data kemiringan saluran dan waktu konsentrasi aliran.

- Survey Tata Guna Lahan untuk mendapatkan koefisien yang akan digunakan.
- Survey dimensi saluran existing.
Data sekunder yaitu data yang diperoleh secara tidak langsung dari dokumen dan sumber informasi lain, meliputi:
- Data curah hujan di dapatkan dari dinas Pengairan setempat.

c. Pengolahan Data

Data diolah sesuai prosedur perhitungan :

- Menghitung analisa curah hujan rencana.
- Menghitung analisa distribusi.
- Menghitung waktu konsentrasi aliran.
- Menghitung intensitas hujan rata-rata.
- Menghitung koefisien tata guna lahan.
- Menghitung debit banjir rencana.

d. Analisis kondisi awal

Hasil perhitungan dianalisis sebagai perhitungan kondisi awal

e. Hasil dan Pembahasan

Pada hasil dan pembahasan ini mencakup seluruh proses penelitian selanjutnya. Data yang didapat adalah dari perhitungan debit banjir rencana per saluran drainase. Langkah terakhir membuat perencanaan desain saluran baru untuk dapat menampung debit banjir

rencana tiap saluran untuk 10 tahun kedepan.

f. Kesimpulan

Hasil dari pembahasan dari bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan dengan kondisi saluran eksisting yang ada saat ini tidak mampu menampung debit banjir rencana 10 tahun kedepan sehingga harus ada pelebaran saluran.

Definisi Operasional

Didalam bab ini terdapat beberapa definisi operasional sebagai berikut;

- Daur hidrologi adalah gerakan air ke udara yang kemudian jatuh ke permukaan tanah sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir kelaut kembali.
- Hujan rencana adalah kemungkinan tinggi hujan yang terjadi dalam kala ulang tertentu sebagai hasil dari suatu rangkaian analisis hidrologi yang biasa disebut analisis frekuensi.
- Waktu konsentrasi adalah waktu yang dapat di tempuh air dari titik drainase A sampai ke B yang dipengaruhi oleh panjang saluran dan perbandingan selisih tinggi dari tempat terjauh terhadap tempat pengamatan.
- Debit banjir rencana adalah debit yang digunakan sebagai dasar untuk merencanakan tingkat

pengamanan bahaya banjir pada suatu kawasan dengan penerapan angka-angka kemungkinan terjadi banjir terbesar.

Pengolahan dan Analisa Data

Untuk pengolahan data disajikan dalam bentuk tabel dengan menggunakan rumus yang selanjutnya digunakan untuk menganalisa debit banjir rencana 10 tahun yang akan datang ada beberapa rumus yang dipakai untuk pengolahan dan analisa data yaitu :

- a. Untuk menghitung curah hujan rata-rata adalah :

$$CH = \frac{R_1 A_1 + R_2 A_2 + \dots + R_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \text{ dengan } R_1$$

adalah Curah hujan maksimum dan A adalah Luasan stasiun hujan.

- b. Untuk menghitung Hujan rencana adalah : $X_{T \text{ 10 tahun}} = X_r + (K \cdot S_x)$

- c. Untuk menghitung waktu konsentrasi:

$$T_c = 0,0195 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,77} \text{ dengan } L \text{ adalah}$$

panjang saluran dan S adalah seisih beda tinggi.

- d. untuk menghitung intensitas hujan

$$\text{rata-rata : } I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \text{ dengan } I =$$

intensitas curah hujan (mm/jam), R_{24} = curah hujan rancangan setempat , T = lama curah hujan.

- e. Untuk menghitung Koefisien tata guna lahan :

$$C_{DAS} = \frac{\text{luas an DAS} \times \text{Koef} + \dots + \dots}{\text{luas an 1} + \text{luas an 2} + \dots + \dots}$$

- f. Untuk menghitung debit banjir rencana : $Q = 0,2778 \cdot C \cdot I \cdot A$.

- g. Menentukan ketercukupan saluran adalah $Q_{rencana} \text{ harus } < Q_{saluran}$.

Alur Penelitian

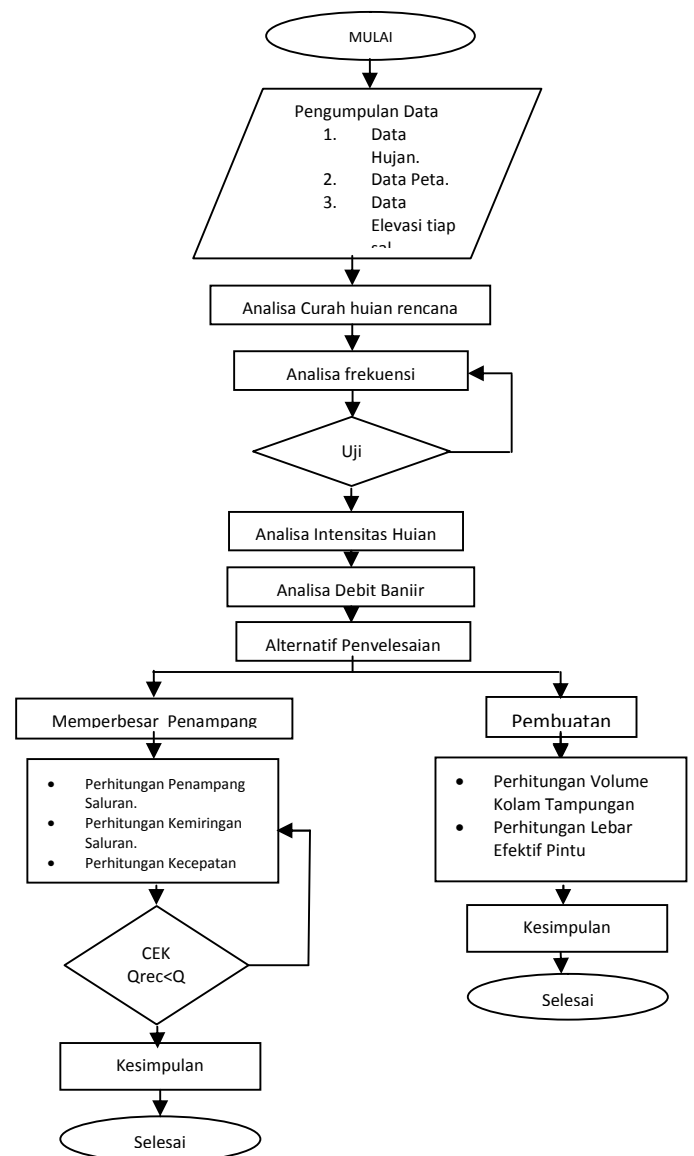
Alur pemikiran penelitian, apapun jenis penelitiannya selalu dimulai dari adanya permasalahan atau ganjalan, yang merupakan suatu kesenjangan yang dirasakan oleh peneliti. Kesenjangan tersebut terjadi karena adanya perbedaan kondisi antara kondisi nyata dengan kondisi harapan. Adanya kesenjangan ini peneliti mencari teori yang tepat untuk mengatasi permasalahan melalui penelitian, yaitu mencari tahu tentang kemungkinan penyebab kondisi yang menjadi permasalahan itu. Banyak sekali ragam penelitian yang dapat kita lakukan. Hal ini tergantung dari tujuan, pendekatan, bidang ilmu, tempat, dan sebagainya .

Adapun alur penelitian sebagai berikut :

- Tentukan sistem drainase, untuk mengetahui sub – sub pencabangan drainase.
- Tentukan zona DAS per area saluran, guna untuk mengetahui luasan DAS per saluran.
- Hitung curah hujan maksimum dengan metode poligon thiessen akan memperoleh data yang lebih maksimal dapada menggunakan metode aljabar.
- Hitung curah hujan rencana menggunakan beberapa distribusi sesuai dengan nilai CS, dengan

metode log normal, log person III atau gumbel guna untuk mengetahui besarnya curah hujan maksimum dengan periode ulang tertentu.

- e. Uji dengan menggunakan distribusi frekuensi dengan uji Smirnov Kolmogorov dan uji Chi-Square untuk menentukan distribusi yang di pakai dapat diterima atau tidak.
- f. Hitung intensitas hujan rata-rata, guna untuk mengetahui berapa intensitas curah hujan yang ada di tiap-tiap saluran yang di tinjau dalam beberapa periode.
- g. Hitung debit rencana, guna untuk mengetahui berapa debit hujan dengan melakukan penambahan debit sesuai arah aliran yang diketahui yang ada pada kawasan Perumahan PBI Nangkaan Bondowoso.
- h. Tentukan dimensi saluran dan hitung berapa debitnya yang dapat ditampung dimensi tersebut, jika debit dimensi lebih besar atau sama dengan debit rencana maka lakukan perubahan dimensinya.
- i. Selengkapnya dapat di lihat pada gambar flow chart gambar 4.4.



Gambar 4.4. Flow Chart

Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi diperlukan untuk menentukan besarnya curah hujan rencana serta debit banjir rencana dalam periode ulang tertentu (*Return Period*). Dalam sistem drainase di kawasan tersebut direncanakan curah hujan rancangan dengan periode ulang 10 tahun (R_{10}) dan debit banjir dengan periode ulang 10 tahun (Q_{10}).

Analisa Curah Hujan Harian Maksimum Rata-Rata

Suripin 2004, cara yang seharusnya ditempuh untuk mendapatkan hujan maksimum harian rata-rata, dari pengumpulan data didapat 1 stasiun yang terdekat area tinjauan dan dari tersebut diambil yang terbesar data stasiun yang digunakan yaitu stasiun Dam Makam

Analisa Frekuensi Dan Distribusi Curah Hujan Rancangan

Analisa frekuensi bertujuan untuk memilih metode distribusi curah hujan rancangan dari berbagai metode yang ada, yaitu sebagai berikut :

Langkah 1 = (R_i) curah hujan harian maksimum

Langkah 2 = (P) Plotting = $\frac{m}{n+1} \times 100$

Langkah 3 = $R_i - R_{(rerata)}$

Langkah 4 = $(R_i - R_{(rerata)})^2$

Langkah 5 = $(R_i - R_{(rerata)})^3$

Langkah 6 = $(R_i - R_{(rerata)})^4$

Standart Deviasi (S) = $\frac{\sum (R_i - R)^2}{n-1}$

Koef. Kemencengan (Cs) =

$$\frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum (R_i - R)^3$$

Koef. Kelancipan (Ck) = $\frac{\frac{1}{n} \sum (R_i - R)^4}{S^4}$

Syarat pemilihan distribusi nilai Koefisien Kemencengan Cs harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

Tabel 4.1. Kriteria Pemilihan Distribusi

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Distribusi Normal	Cs = 0, Ck = 3
2	Distribusi Log Normal	Cs = 3 Cv, Cv = 0,6
3	Distribusi Gumbel	Cs < 1,1396, Ck < 5,4002
4	Distribusi Log Pearson Type III	yang tidak termasuk diatas

Berikut langkah – langkah perhitungan *Distribusi Gumbel* yaitu sebagai berikut :

$$K = (Y_t - Y_n) / S_n$$

Perhitungan logaritma curah hujan rancangan dengan periode T menggunakan rumus :

$$X_{T \text{ 10 tahun}} = X_r + (K \cdot S_x)$$

Uji kecocokan distribusi frekuensi

Untuk mengetahui apakah pemilihan distribusi perhitungan curah hujan rancangan dapat diterima atau ditolak, maka perlu dilakukan uji kesesuaian distribusi. Ada dua cara uji kecocokan distribusi yaitu secara horisontal dengan menggunakan metode smirnov kolomogorov dan vertical menggunakan metode Chi square.

Uji smirnov kolmogorov

Pengujian dilakukan dengan membandingkan probabilitas tiap data, antara sebaran empiris dan sebaran teoritis, yang dinyatakan dalam Δ . Harga Δ terbesar (Δ)

maks) dibanding dengan Δ kritis dari (tabel smirnov kolmogorov) dengan tingkat keyakinan (n) tertentu. Distribusi dianggap sesuai jika : $\Delta_{maks} < \Delta_{kritis}$, sebelum melakukan uji keselarasan terlebih dahulu dilakukan plotting data dengan tahapan sebagai berikut :

- o Data hujan harian maksimum tahun disusun dari kecil – besar.
- o Hitung probabilitas dengan rumus

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

Dengan :

P = Probabilitas (%)

m = nomor urut data

n = jumlah data

$$P = \frac{1}{n+1} \times 100\%$$

- Plotting data debit (X) dengan probabilitas P.
- Tarik garis durasi dengan mengambil 2 titik pada metode gumbel (garis teoritis berupa garis lurus) dan 3 titik pada metode log person III (garis teoritis lengkung kecuali untuk $cs=0$, garis teoritis berupa garis lurus. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\Delta_{maks} = [Pe - Pt]$$

Dengan :

Δ_{maks} = selisih maksimum antara peluang dan teoritis

Pe = peluang empiris

Pt = simpangan kritis

Kemudian dibandingkan antara Δ_{maks} dan Δ_{σ} distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterima apabila $\Delta_{maks} < \Delta_{\sigma}$ dan $\Delta_{maks} > \Delta_{\sigma}$ berarti gagal.

Langkah 1 (P) = $m / (n+1) \times 100\%$

Langkah 2 = urut data mulai dari yang terkecil ke yang besar

Langkah 3 = log X

Langkah 4(G) = $(\log X - \log X_{rata})/S$

Langkah 5 (Pr) = Dari Tabel Distribusi Log Person III,

Langkah 6 (Pt) = $(100 - Pr) / 100$

Langkah 7 (X^2_{hitung}) = $P(X) - Pt(X)$

Uji Chi- Square

Uji chi-square dilakukan untuk uji kesesuaian distribusi. Rumus Chi Square (X^2) sebagai berikut :

$$\sum X^2_{hitung} = \sum_{i=1}^k \frac{(f_o - f_t)^2}{f_t}$$

Dengan :

X^2_{hitung} = Harga chi-square hitung

Fe = frekuensi pengamatan kelas j

Ft = frekuensi teoritis kelas j

K = jumlah kelas

Harga X^2 dengan derajat bebas (n) seperti di atas dibandingkan dengan X^2 dari tabel dengan tingkat keyakinan (a) tertentu.

Jika $X^2_{hitung} < X^2$ tabel berarti data sesuai dengan distribusi bersangkutan.

Langkah – langkah perhitungan adalah sebagai berikut :

1. Langkah pertama yaitu mengurutkan data diurutkan (dari kecil ke besar atau sebaliknya), dalam analisa ini data diurutkan dari yang terkecil ke yang terbesar.
2. Kelompokkan data menjadi K kelas, tiap kelas minimal 4 data pengamatan. Pengamatan pengelompokan data dengan rumus sebai berikut :

$$K = 1 + 3,22 \log n$$

3. Menghitung batas kelas dengan sebaran peluang, dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{100\%}{n} = \frac{100\%}{4} = 25\%$$

4. Menghitung nilai X :

$$\log X = \log X_{\text{rerata}} + (G+S)$$

5. Fe didapat dari banyaknya data yang masuk batas kelas
6. Menghitung nilai frekuensi teoritis / yang dihitung F_t :

$$F_t = 25\% \times n$$

7. Menghitung X^2 dengan persamaan :

$$X^2_{\text{hitung}} = \sum_{i=1}^k \frac{(f_s - f_t)^2}{f_t}$$

8. Untuk batas kelas pada X_{urut} dihitung dari banyaknya curah hujan yang masuk batas kelas jumlah

$$X^2_{\text{hitung}} = \frac{(F_s - F_t)^2}{F_t}$$

7. Hitung nilai *Chi Kuadrat* (X^2) untuk setiap kelas, kemudian hitung nilai total X^2 . Nilai *Chi Kuadrat* (X^2) dari perhitungan harus lebih kecil dari nilai *Chi Kuadrat kritis* (X^2_{cr}) untuk derajat kebebasan tertentu.

$$\text{Rumus: } DK = K - (P + 1)$$

Dengan:

DK = Derajat kebebasan

K = Jumlah kelas(4 kelas)

P = Banyaknya keterikatan;

- nilai P = 2, untuk distribusi normal dan log normal
- nilai P = 1, untuk distribusi Pearson dan Gumbel

$$DK = 4 - (1+1)$$

Memperkirakan Debit Banjir Rencana

Berdasarkan luasan pengaliran kurang dari 300 Ha, maka memperkirakan debit banjir rencana menggunakan Metode Rasional dengan kala ulang 2,5,10,25,50,100 tahun. Persamaan metode rasional.

- a. Perhitungan waktu konsentrasi (t_c)

$$T_c = 0,0195 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,77}$$

Dengan :

T_c = Waktu konsentrasi

L = Panjang jarak dari tempat terjauh di daerah aliran sampai tempat pengamatan banjir

ΔH = Selisih ketinggian antara tempat terjauh dan tempat pengamatan

S = Perbandingan selisih tinggi antara tempat terjauh dan tempat pengamatan terhadap L, yaitu

ΔH : L, atau sama dengan kemiringan rata-rata dari daerah aliran.

$$S = \Delta H / L$$

b. Intensitas Hujan Rata-rata

Intensitas hujan (mm/jam) dapat diturunkan dari data curah hujan harian (mm) empiris menggunakan metode mononobe, intensitas curah hujan (I) dalam rumus rasional dapat dihitung berdasarkan rumus (loebis 1992) :

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

Dengan :

I = intensitas curah hujan
(mm/jam)

R_{24} = curah hujan rancangan
setempat

t_c = lama curah hujan (jam)

Persamaan Metode Rasional dengan contoh perhitungan pada saluran tersier 1 sebagai berikut :

$$Q = 0,2778 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Analisa Hidrolika

Kamiringan Dasar Saluran

Perbandingan selisih tinggi antara tempat terjauh (ΔH) dan tempat pengamatan terhadap panjang saluran (L), yaitu $\Delta H / L$. Penentuan kemiringan dasar saluran diusahakan mengikuti kemiringan permukaan kontur tanah di daerah rencana sebagai berikut :

$$I = \frac{\Delta H}{L}$$

Dimensi Saluran Persigi

Untuk menentukan dimensi saluran jika berbentuk persegi antara lain :

1. Lebar dasar saluran (b) adalah lebar pada dasar saluran

2. Kedalaman aliran (h) adalah jarak vertikal titik terendah pada suatu penampang saluran sampai ke permukaan bebas dan untuk nilai h penampang ekonomisnya. Mencari nilai b dan h dilakukan dengan cara coba-coba.

3. Lebar puncak (T) adalah lebar penampang saluran pada permukaan bebas, karena saluran berbentuk persegi jadi nilai

4. Luas basah (A) adalah luas penampang melintang aliran yang tegak lurus dengan arah aliran.

$$A = b \times h$$

5. Keliling basah (P) adalah panjang garis perpotongan dari permukaan basah saluran dengan bidang penampang melintang yang tegak lurus arah aliran.

$$P = b + 2h$$

6. Jari – jari hidrolik (R) adalah rasio luas basah dengan keliling basah

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

7. Menurut data evaluasi dinding saluran menggunakan pasangan batu disemen, maka nilai koefisien kekasaran manning dapat ditentukan.

8. Dalam penelitian evaluasi sistem drainase di kawasan penelitian pada evaluasi, untuk menentukan kecepatan aliran menggunakan

metode manning dengan persamaan sebagai berikut :

V = Kecepatan aliran dalam saluran (m/dtk)

n = Koefisien kekasaran manning

R = Radius hidrolis

I = Kemiringan dasar saluran

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

9. Untuk menentukan jenis aliran adalah nisbah antara gaya gravitasi dan gaya inerti, yang dinyatakan dengan bilangan *Froude* (F_r). Bilangan *Froude* didefinisikan sebagai berikut :

V = kecepatan aliran (m/dtk)

h = kedalaman aliran (m)

g = percepatan gravitasi (m/dtk)

$$F_r = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}}$$

10. Untuk menentukan debit saluran drainase digunakan rumus umum yaitu

A = Penampang dasar saluran

V = Kecepatan aliran dalam saluran

Q = $V \times A$

Dimensi Saluran Trapesium

Untuk menentukan dimensi saluran yang berbentuk trapesium antara lain :

1. Lebar dasar saluran (b) adalah lebar dasar saluran Existing,

2. Kedalaman aliran (h) adalah jarak vertikal titik terendah pada suatu penampang saluran sampai ke permukaan bebas.

3. Kemiringan dinding tebing adalah 1(horisontal):2(vertikal). Maka nilai m

4. Lebar puncak (T) adalah lebar penampang saluran pada permukaan bebas dengan cara :

$$T = b + h(m_1 + m_2)$$

5. Keliling basah (P) adalah panjang garis perpotongan dari permukaan basah saluran dengan bidang penampang melintang yang tegak lurus arah aliran.

$$P = b + h(\sqrt{1 + m_1^2} + \sqrt{1 + m_2^2})$$

6. Jari – jari hidrolis (R) adalah rasio luas basah dengan keliling basah $R = \frac{A}{P}$

7. nilai koefisien kekasaran manning sebesar n

8. Dalam evaluasi sistem drainase di kawasan penelitian kecepatan aliran menggunakan metode manning dengan persamaan sebagai berikut :

V = Kecepatan aliran dalam saluran (m/dtk)

n = Koefisien kekasaran manning

R = Radius hidrolis

S = Kemiringan dasar salura

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Untuk menentukan jenis aliran adalah nisbah antara gaya gravitasi dan gaya

inersia, yang dinyatakan dengan bilangan *Froude* (F_r). Bilangan *Froude* didefinisikan sebagai berikut :

V = kecepatan aliran (m/dtk)

Y = kedalaman aliran (m)

G = percepatan gravitasi (m/dtk)

$$F_r = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}}$$

9. Menentukan Debit tiap saluran dengan rumus :

A = Luas penampang basah

V = Kecepatan aliran dalam saluran

$Q = V \times A$

Kesimpulan

Berdasarkan hasil survei lapangan dan hasil analisa perhitungan maka dapat dibuat sebuah kesimpulan dan berikut ini kesimpulan-kesimpulan yang dapat ditarik dari evaluasi sistem drainase di kawasan jalan Brigpol Sudarlan Bondowoso .

1. Debit terkecil dari sistem drainase A terletak pada saluran A9 yaitu sebesar 2,02 m³/detik yang berbentuk persegi, dan sistem drainase B terletak pada saluran B7 yaitu sebesar 5,50 m³/detik. Sedangkan debit saluran A terbesar ada pada saluran A6 yaitu sebesar 5,30 dan debit saluran B terletak pada B10 yaitu sebesar 16,68 m³/detik.
2. Sistem drainase di kawasan di jalan Brigpol Sudarlan Nangkaan Bondowoso, memiliki pola arah aliran yang semuanya berujung pada saluran A10 sebagai saluran akhir pembuangan.
3. Dengan pembangunan dua polder tersebut mampu menampung kapasitas masing – masing : 1. air sebesar 744,358 m³ dengan luas bangunan 300 m², dan kedalaman 2,5 m. dan yang ke 2. kapasitas air sebesar 2571,5 m³ dengan luas bangunan 1000 m², dan kedalaman 2,5 m.

Saran

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dilaksanakan guna mengatasi luapan air yang terjadi dengan perhitungan sebagai mana terdapat dalam studi kasus ini, dan tidak kalah pentingnya pemeliharaan rutin saluran agar dapat berfungsi sebagai mana mestinya.
2. Apabila bangunan polder dibangun maka harus diperhitungkan stabilitas pondasi dan abutmen.

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kehadiran Allah Swt., sebuah karya kecil saya ini ingin saya persembahkan kepada :

1. Ayahanda Hatip yang telah memberikan semangat, motivasi, serta inspirasi dan doanya selama ini.
2. Ibunda Supiani yang telah memberikan dukungan, semangat, kasih sayang serta doa yang tak pernah putus.
3. Adek-adek tersayang, Supriyono dan Ari supriyanto, segenap keluarga di Bondowoso yang telah memberikan cinta serta pengertiannya.
4. Sahabat-sahabat terhebat : ugik, faqih, defrat, aris, hanaqi, yosi dan sahabat-sahabat lain yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu, yang tak luput membangkitkan dorongan dan semangat.
5. Almamater Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember, khususnya teman – teman dan sahabat - sahabat Teknik Sipil angkatan

2010, terima kasih sudah pernah hadir dan menjadi saksi hidup saya dalam menapak masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

Saiful Rizal Nanang, *Diktat Aplikasi Perencanaan Irigasi Dan Bangunan Air*, LPPM Unmuh Jember, Jember.

Bahrawi , 2014, *Evaluasi Sistem Jaringan Saluran drainase Pada Jalan Sukosari – Cumedak Kabupaten Jember*. Unmuh Jember, Jember.

Fahmi, Ahmad Hariri. 2014, *Evaluasi Sistem Jaringan Drainase JalanRaya Jember Ke. Maesan Kab. Bondowoso*. Unmuh Jember, Jember.

Sugikarnata, aris. 2015, *Kajian Penanggulangan Genangan Air Dengan Kombinasi Perbaikan Saluran Drainase Dan Pembuatan Polder*. Unmuh Jember, Jember.

Hanaki, Moh. 2015, *Analisa Sistem Drainase Kawasan Pada Perumahan Kembang Bondowoso*. Unmuh Jember, Jember.

Suripin, M.Eng 2004, *Drainase Perkotaan yang berkelanjutan*, Yogyakarta.

Soemarto, B.I.E Dipl, H, 1987, *Hidrologi Teknik*, Surabaya.

Soewarno, 1995, *Hidrologi*, Penerbit Nova, Bandung.