

BAB III

METODOLOGI

3.1 METODE ANALISIS DAN PENGOLAHAN DATA

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini ada beberapa langkah untuk menganalisis dan mengolah data dari awal perencanaan sampai selesai.

3.1.1 Permasalahan

Seperti yang telah dibahas dalam bab sebelumnya, bahwa permasalahan drainase di Semarang yang menyebabkan banjir sangat kompleks. Pertumbuhan penduduk yang menyebabkan perkembangan pemukiman dan pembangunan perkotaan yang tidak diimbangi dengan pengaturan dan pembangunan prasarana drainase membuat masalah banjir tidak pernah teratasi.

3.1.2 Survey Lapangan

Setelah mengetahui permasalahan yang ada, dilakukan survey langsung ke lapangan yang bertujuan untuk mengetahui :

- Letak dan kondisi bangunan drainase lokasi studi yang telah ada.
- Tata guna lahan pada daerah sekitar lokasi studi.
- Batas daerah tangkapan air dan luas total.

- Panjang saluran-saluran cabang dan daerah tangkapan.
- Kapasitas masing-masing saluran dan pola aliran pada drainase yang telah ada di lokasi studi.
- Permasalahan-permasalahan yang dihadapi oleh penduduk yang berada di daerah aliran lokasi studi.
- Genangan yang terjadi akibat hujan lokal dan akibat air pasang pada daerah pengaliran lokasi studi.
- Kondisi lalu lintas di sekitar lokasi studi.

3.1.3 Identifikasi Masalah

Setelah dilakukan survey ke lapangan, dapat diidentifikasi permasalahan yang ada bahwa banjir yang sering terjadi disebabkan oleh beberapa hal yaitu :

- Pendangkalan dasar badan sungai karena sedimentasi dan sampah.
- Penyempitan penampang sungai karena sedimentasi dan tumbuhnya pemukiman-pemukiman liar di sepanjang bantaran sungai.
- Tidak berfungsinya pintu klep pada tanggul sungai yang menyebabkan pengaruh rob masuk hingga pemukiman penduduk
- Pengaruh rob yang masuk ke badan sungai pada musim penghujan menyebabkan air dari hulu tidak bisa masuk ke laut.

3.1.4 Tinjauan Pustaka

Dari permasalahan yang ada maka dilakukan tinjauan pustaka yaitu mengumpulkan literatur-literatur yang berkaitan dengan Tugas Akhir yang akan disusun. Literatur itu berupa buku-buku tentang dasar-dasar hidrologi, hidrologi persungai dan hidrolika. Selain buku-buku referensi, juga dipelajari *software-software* yang digunakan dalam analisis data, diantaranya adalah EPA SWMM 5.0 dan HEC-RAS 3.1.1.

3.1.5 Penyelesaian Masalah

Setelah mengetahui permasalahan yang ada dan berdasarkan tinjauan pustaka yang digunakan maka diberikan penyelesaian dengan beberapa usulan alternatif yang diharapkan dapat memberikan masukan kepada instansi yang terkait dalam menyelesaikan permasalahan drainase di Sungai Tugurejo, Tambakharjo, Jumbleng, Silandak & Siangker.

3.1.6 Pengumpulan Data

Untuk perencanaan selanjutnya, dibutuhkan data-data yang berkaitan, diantaranya data hidrologi, peta digital yang berisikan tentang topografi, jaringan drainase, kepadatan wilayah, data tata guna lahan, data RDTRK (Rencana Detail Tata Ruang Kota) dan data tanah.

3.2 ANALISIS PENGOLAHAN DATA

Setelah mendapatkan data-data yang dibutuhkan, untuk selanjutnya dilakukan pengolahan data-data tersebut. Data hidrologi digunakan untuk mengetahui debit banjir rencana, peta digital digunakan untuk menentukan luas DAS, data tata guna lahan digunakan sebagai acuan dalam perencanaan selanjutnya, sedangkan data tanah digunakan untuk perencanaan dan analisis kestabilan konstruksi.

3.2.1 Analisis Hidrologi

Dalam analisis hidrologi, adalah penentuan luas DAS berdasarkan peta digital dan analisis frekuensi curah hujan. Dari peta topografi wilayah Semarang kemudian ditentukan batas-batas DAS Kali Tugurejo, Tambakharjo, Jumbleng, Silandak, Siangker, dilanjutkan dengan membagi DAS tersebut menjadi sub-DAS berdasarkan elevasi tanah.

3.2.1.1 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Setelah dilakukan plotting data di kertas probabilitas, kemudian dilakukan pengujian kecocokan sebaran untuk menentukan distribusi mana yang sesuai dan memenuhi syarat yang selanjutnya digunakan dalam analisis debit banjir rencana.

Dalam pengujian kecocokan sebaran, digunakan uji Smirnov-Kolmogorov. Pengujian kecocokan sebaran dengan cara ini dinilai lebih sederhana dibanding dengan pengujian dengan cara Chi-Kuadrat. Dengan membandingkan kemungkinan (*probability*) untuk setiap varian, dari distribusi empiris dan teoritisnya, akan terdapat perbedaan (Δ) tertentu (Soewarno, 1995).

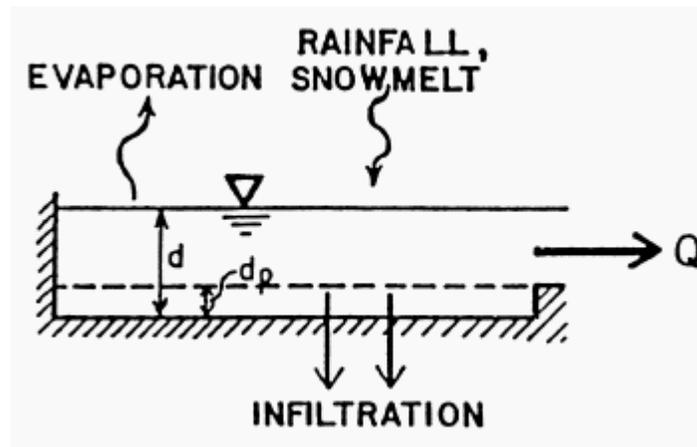
3.2.1.2 Analisis Debit Banjir Rencana

Dalam analisa debit banjir rencana digunakan program EPA SWMM 5.0. Dengan program EPA SWMM 5.0 debit banjir rencana dapat dihitung secara kumulatif, sehingga didapatkan debit banjir puncak yang maksimum untuk desain selanjutnya. Dengan program EPA SWMM 5.0 bisa direncanakan debit yang keluar agar tetap konstan.

EPA SWMM dapat menghitung debit banjir dengan cara memodelkan suatu sistem drainase, melalui proses-proses :

- Aliran permukaan.
- Infiltrasi.
- Air tanah.
- Pelelehan salju.
- Genangan di permukaan.

Dalam Tugas akhir digunakan perhitungan metode aliran permukaan dan infiltrasi untuk mendapatkan hidrograf, maka yang dibahas di sini adalah aliran permukaan dan Infiltrasi



GAMBAR 3.1 Model Simulasi Aliran pada SWMM

Konsep aliran permukaan yang digunakan oleh SWMM dapat dilihat pada gambar 3.2 .Permukaan *subcatchment* didefinisikan sebagai *reservoir nonlinear*, air masuk melalui presipitasi dan *subcatchment* yang di atasnya. Kemudian air akan mengalir dengan beberapa cara diantaranya melalui infiltrasi, evaporasi dan aliran permukaan. Aliran permukaan per unit area (Q) terjadi apabila air tanah telah mencapai maksimum dan tanah menjadi jenuh, untuk mendapatkan nilai Q dihitung dengan persamaan Manning .

$$Q = W \frac{1.49}{n} (d - dp)^{\frac{5}{3}} \sqrt{S}$$

Keterangan :

Q	=	debit aliran yang terjadi (m ³ /dtk)
W	=	lebar subcatchment (m)
n	=	koefisien kekasaran Manning
d	=	kedalaman air (m)
d _p	=	kedalaman air tanah (m)
S	=	kemiringan <i>subcatchment</i>

Selanjutnya limpasan yang terjadi (Q) akan mengalir melalui *conduit* atau saluran yang ada. SWMM menggunakan persamaan Manning untuk menghitung debit aliran.

$$Q = \frac{1.49}{n} AR^{\frac{2}{3}} \sqrt{S}$$

Keterangan :

Q	=	debit saluran (m ³ /dtk)
A	=	luas penampang saluran (m ²)
R	=	jari-jari hidrolik (m)

S = kemiringan dasar saluran

n = bilangan Manning untuk kekasaran saluran

TABEL 3.1 Bilangan Kekasaran Manning untuk Saluran

Saluran	Keterangan	n Manning
Tanah	Lurus, baru, seragam, landai dan bersih	0,016 - 0,033
	Berkelok, landai dan berumput	0,023 - 0,040
	Tidak terawat dan kotor	0,050 - 0,140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0,035 - 0,045
Pasangan	Batu kosong	0,023 - 0,035
	Pasangan batu belah	0,017 - 0,030
Beton	Halus, sambungan baik dan rata	0,014 - 0,018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0,018 - 0,030

Sumber : Imam Subarkah, 1980

Infiltrasi

Infiltrasi adalah suatu proses di mana air hujan merembes masuk ke dalam tanah permukaan pervious *subcatchment area*. SWMM menyediakan tiga pilihan untuk memodelkan infiltrasi tetapi dalam tugas akhir ini yang dipakai adalah persamaan Horton.

Persamaan Horton.

Metode ini berdasarkan hasil pengamatan empiris yang dilakukan oleh RE. Horton (1940) yang menunjukkan bahwa infiltrasi akan berkurang secara eksponensial dari nilai maksimum ke nilai minimum sesuai dengan persamaan:

$$fp = fc + (fo - fc)e^{-Kt}$$

Keterangan :

f_p	=	kapasitas infiltrasi (mm/jam)
f_c	=	infiltrasi minimum (mm/jam)
f_o	=	infiltrasi maksimum (mm/jam)
t	=	waktu sejak awal hujan
k	=	tetapan untuk tanah tertentu (menit^{-1})

TABEL 3.2 Nilai K , f_o dan f_c untuk Jenis Tanah yang Berbeda

Jenis tanah		f_o <i>mm/jam</i>	f_c <i>mm/jam</i>	K <i>menit⁻¹</i>
- pertanian - baku	gundul	280	6-220	1.6
	berakar rumput	900	20-290	0.8
- gambut		325	2-20	1.8
- pasir halus	gundul	210	2-25	2.0
- lempung	berakar rumput	670	10-30	1.4

Sumber : E.M Wilson 1990

3.2.2 Analisis Hidrolika

Dalam analisis hidrolika ada beberapa hal yang harus dilaksanakan yaitu :

- Normalisasi sungai.
- Kolam penampungan.
- Stasiun pompa.

- Sungai gendong.
- Pintu klep.

3.2.2.1 Normalisasi Sungai

Perhitungan normalisasi sungai digunakan program HEC-RAS, dengan program HEC-RAS bisa diketahui berapa debit banjir puncak yang bisa digunakan sebagai perencanaan dimensi saluran seefektif mungkin tanpa ada limpasan.

Dalam HEC-RAS penampang sungai atau saluran ditentukan terlebih dahulu, kemudian luas penampang akan dihitung.

Untuk mendukung fungsi saluran sebagai penghantar aliran maka penampang saluran dibagi atas beberapa bagian. Pendekatan yang dilakukan HEC-RAS adalah membagi area penampang berdasarkan dari nilai n (koefisien kekasaran manning) sebagai dasar bagi pembagian penampang. Setiap aliran yang terjadi pada bagian dihitung dengan menggunakan persamaan Manning :

$$Q = KS_f^{1/2}$$

dan

$$K = \frac{1.486}{n} AR^{2/3}$$

dimana :

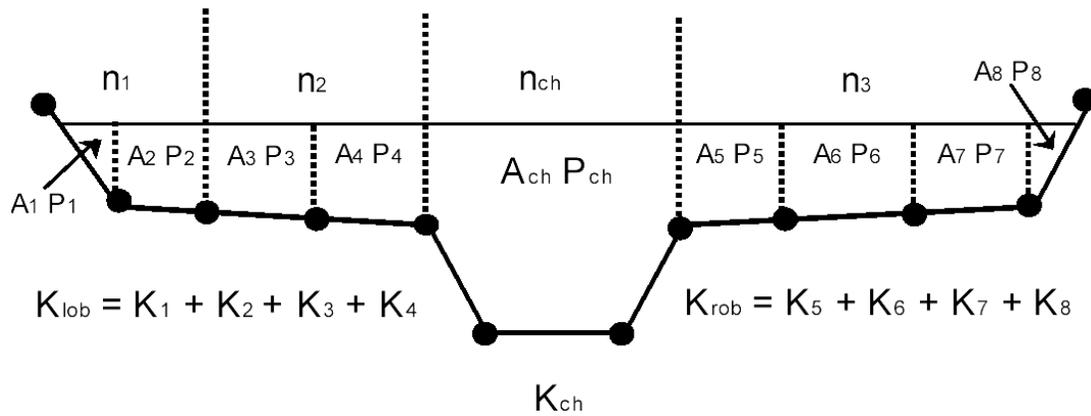
K = nilai pengantar aliran pada unit

n = koefisien kekasaran manning

A = luas bagian penampang (m^2)

R = jari-jari hidrolis (m)

Perhitungan nilai K dapat dihitung berdasarkan kekasaran manning yang dimiliki oleh bagian penampang tersebut seperti terlihat pada gambar 3.3.



GAMBAR 3.2 Contoh Penampang Saluran dalam HEC-RAS

Setelah penampang ditentukan maka HEC-RAS akan menghitung profil muka air. Konsep dasar penghitungan profil permukaan air berdasarkan persamaan energi yaitu:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

dimana :

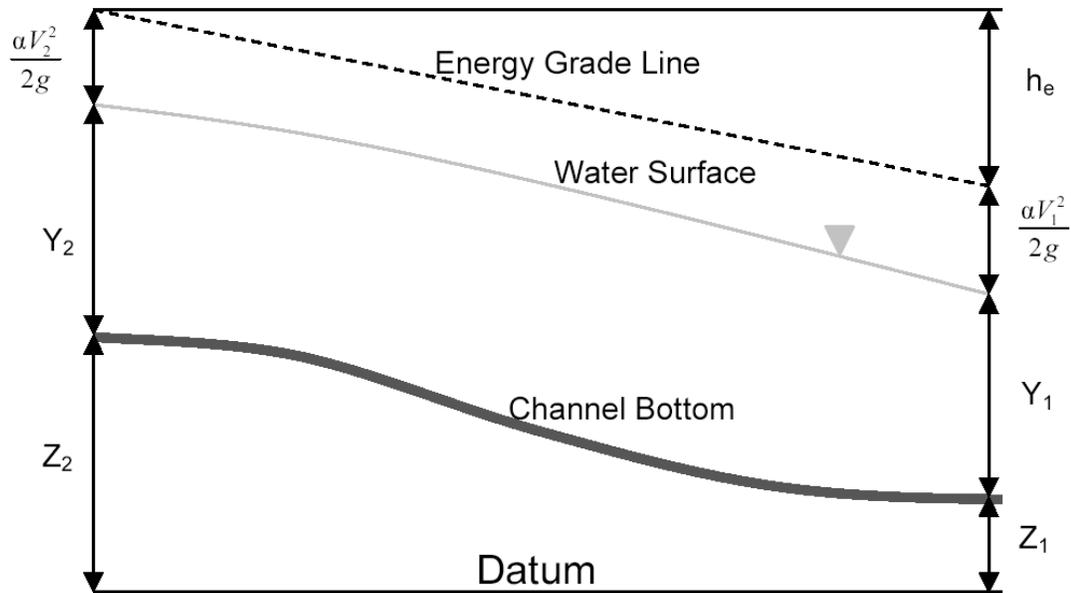
Z = fungsi titik diatas garis referensi

Y = fungsi tekanan di suatu titik

V = kecepatan aliran (m/dtk)

α = koefisien Coriolis

h_e = *energy head loss*



GAMBAR 3.3 Penggambaran Persamaan Energi pada Saluran Terbuka

Nilai h_e didapat dengan persamaan :

$$h_e = L\bar{S}_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

Keterangan :

L = jarak antara dua penampang (m)

S_f = kemiringan saluran

C = koefisien kehilangan energi (penyempitan, pelebaran atau belokan)

Langkah berikutnya dalam perhitungan HEC-RAS adalah dengan mengasumsikan nilai muka air (*water surface*) pada penampang awal saluran dalam hal ini penampang di hilir. Kemudian dengan menggunakan persamaan energi di atas, maka profil muka air untuk semua penampang di saluran dapat diketahui.

3.3 GAMBAR DETAIL

Setelah perhitungan perencanaan selesai dan disetujui maka selanjutnya dilakukan penggambaran detail penampang dan konstruksi.

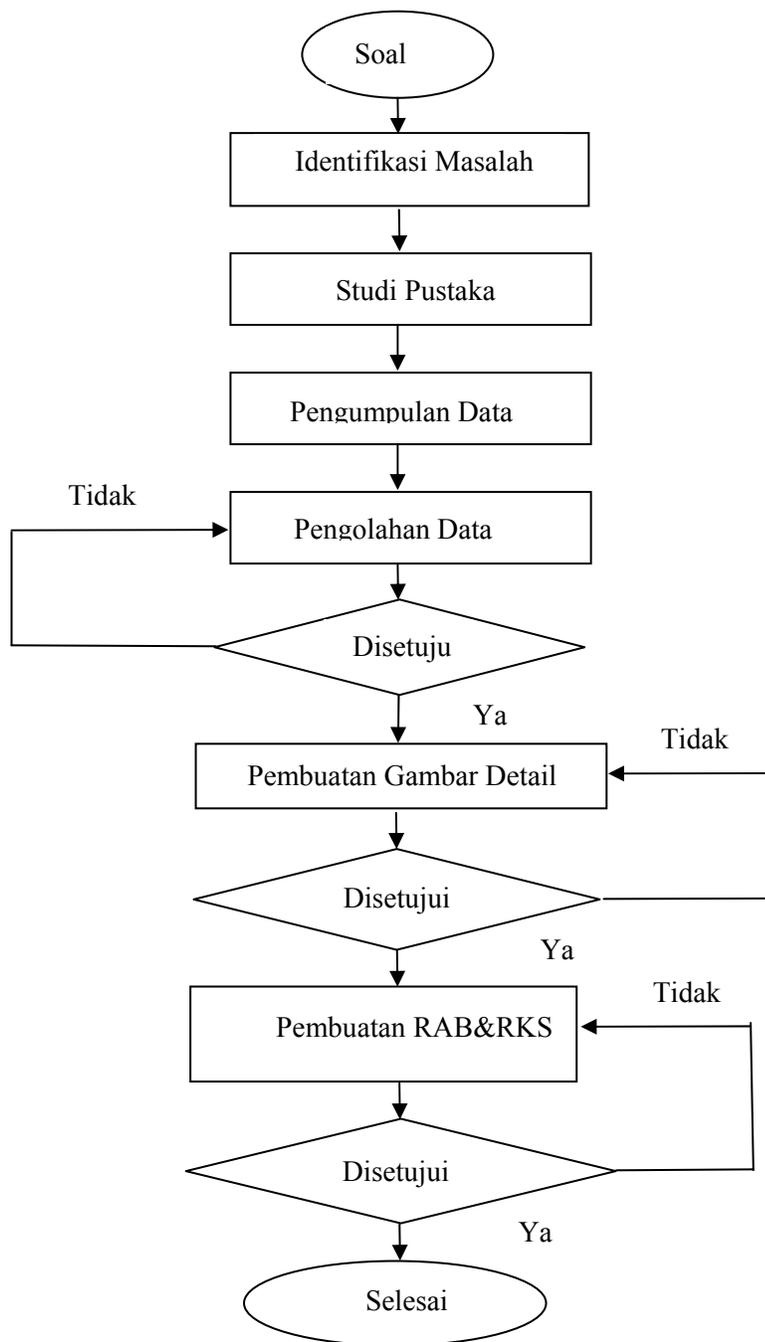
3.4 RAB dan RKS

Seluruh tahapan pembangunan sistem drainase, mulai dari studi dan perencanaan rinci sampai pelaksanaan fisik dan siap dioperasikan, umur teknis bangunan diperkirakan 10 tahun terhitung sejak dimulainya operasi. Biaya pembangunan terdiri dari biaya dasar pembangunan (investasi awal), biaya operasi, pemeliharaan, dan penggantian (O/M & R). (Suripin,2004).

Suatu proyek konstruksi agar dapat berjalan sesuai dengan rencana membutuhkan proses pengendalian. Proses pengendalian merupakan suatu kombinasi pengolahan antar manusia (*man*), modal (*money*), peralatan (*machine*), dan cara (*manner method*) untuk mendapatkan hasil yang optimal. Selain itu pengendalian juga mengacu pada metode dan mekanisme yang oleh pihak manajemen digunakan untuk menempatkan para pekerja sesuai dengan bidang dan kemampuannya pada organisasi.

Pedoman dalam melaksanakan pengendalian proyek ini terdapat dalam Rencana dan Syarat-Syarat Kerja (RKS). Tiga hal yang perlu dikendalikan dalam pelaksanaan proyek adalah mutu, waktu, biaya. Tiga hal ini sangat penting agar proyek dapat berhasil dengan baik, efektif, dan efisien dari segi waktu dan biaya. (Firmana & Kholifah, 2005).

3.5 BAGAN ALIR TUGAS AKHIR



GAMBAR 3.4 Bagan Alir Penyelesaian Tugas Akhir