

Kajian Penanggulangan Banjir di Wilayah Pematusan Surabaya Barat

Ismail Saud

Dosen D3 Teknik Sipil FTSP-ITS

email: ismail@ce.its.ac.id

ABSTRAK

Pada paper ini akan dipaparkan tentang kajian penyelesaian banjir di wilayah pematusan Surabaya Barat. Metodologi yang digunakan dalam studi ini, meliputi : melakukan survey dan indentifikasi; mengkaji sistem drainase Surabaya Barat; melakukan analisa hidrologi; membuat analisa untuk pengembangan solusi alternatif dan merumuskan kesimpulan terhadap hasil studi. Faktor penyebab banjir di kawasan Surabaya Barat, diantaranya curah hujan yang tinggi, pasang air laut dan kemampuan alir sungai/saluran rendah serta adanya hambatan-hambatan aliran pada saluran. Rencana tata guna lahan dimasa yang akan datang memiliki kecenderungan meningkatnya aliran permukaan. Daerah aliran sungai (DAS) bagian hulu telah berkembang sebagai kawasan terbangun sehingga tidak tersedia lahan cukup luas yang dapat digunakan sebagai retention basin yang dapat mengurangi debit banjir yang mengalir ke sungai. Perlunya dilakukan pengurangan debit aliran yang mengalir ke Saluran Gunungsari dengan cara membagi debit aliran dari saluran ke sungai terdekat yaitu Kali greges, Kali Balong, Kali Kandangan dan Kali Sememi. Normalisasi saluran direncanakan dengan memperbesar dimensi, peninggian tanggul maupun merubah kemiringan dasar saluran. Peninggian tanggul menyebabkan aliran air dari lahan di kanan atau kiri tanggul tidak dapat langsung mengalir ke sungai sehingga diperlukan side drain dan kolam penampungan sementara.

Kata kunci: *Hidroulis, Drainase, Banjir*

1. PENDAHULUAN

Permasalahan banjir kota Surabaya sampai saat ini belum dapat tertangani secara menyeluruh walaupun pemerintah kota Surabaya telah berupaya semaksimal mungkin untuk mengatasinya. Hal ini terjadi karena kondisi fasilitas drainase yang ada di kota ini semula merupakan fasilitas irigasi, dimana kedua fasilitas ini mempunyai tujuan karakter yang bertolak belakang. Dengan kondisi tersebut maka sudah tidak mungkin lagi beban drainase kota Surabaya ditambah oleh perkembangan perubahan lahan sampai kondisinya banar benar dapat berjalan sebagaimana yang diharapkan.

Sejalan dengan perkembangan perubahan lahan di wilayah Surabaya barat-utara dari lahan terbuka menjadi daerah perumahan, dari evaluasi tanah yang lebih rendah menjadi elevasi tanah yang lebih tinggi, dari daerah tampungan menjadi daerah limpasan air yang menuju saluran drainase, padahal disisi lain perkembangan peningkatan kapasitas drainase belum mampu mengimbangi perkembangan perubahan lahan tersebut karena terbatasnya anggaran yang tersedia.

Kawasan yang tergenang dari tahun ke tahun semakin meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas saluran pematusan saat ini sudah tidak mampu lagi mengalirkan air limpasan yang semakin tahun semakin besar karena perubahan fungsi lahan. Kondisi seperti ini bertambah parah karena kesadaran masyarakat masih kurang untuk ikut bertanggung jawab terhadap keberadaan saluran pematusan.

Sebagian masyarakat masih menganggap bahwa saluran pematusan sebagai tempat buangan sampah, sebagian lagi memanfaatkan untuk kepentingan pribadi, dan sebagian lagi melakukan perubahan fungsi fasilitas drainase menjadi fasilitas pribadi, serta ada sebagian lagi yang bermaksud memperindah saluran tersebut tetapi justru mematikan fungsi saluran yang sebenarnya. Semua itu seakan tanggung jawab keberadaan saluran hanya dipundak pemerintah.

Dengan kondisi demikian, yang timbul saat ini adalah saling menyalahkan satu sama lain, pihak pemerintah menuding masyarakat yang mempunyai rasa memiliki, dilain pihak masyarakat menganggap pemerintah tidak mampu mengurus saluran,

dan mengganggu industri pemukiman / pengembangan adalah salah satu pihak yang harus bertanggung jawab terhadap timbulnya banjir.

Jika kondisi seperti ini dibiarkan maka permasalahan banjir kota Surabaya khususnya di wilayah Surabaya barat-utara tidak akan pernah selesai. Berkaitan dengan hal tersebut diatas maka dibutuhkan suatu penyelesaian yang dapat diterima semua pihak tetapi secara teknis mampu mengatasi permasalahan banjir saat ini dan dimasa mendatang. Untuk itu dibutuhkan suatu "Studi Hidroulis Sub Sistem Drainase Surabaya barat".

Dalam studi ini akan dilakukan kajian tentang penyelesaian banjir di wilayah pemukiman Surabaya barat dengan mempertimbangkan kepentingan berbagai pihak.

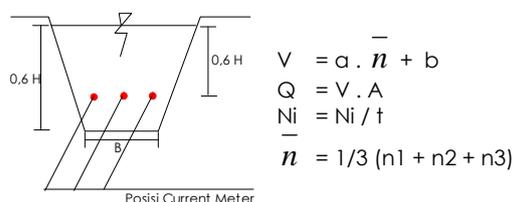
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penentuan Lokasi Pengukuran

Pada studi ini dilakukan pengukuran debit air sebanyak 30 titik dan pengukuran sedimen sebanyak 30 titik. Pengukuran debit dilakukan untuk mengetahui *Base Flow* di saluran-saluran yang ada di Surabaya Barat khususnya di sistem saluran Gunung Sari. Sedangkan pengukuran sedimen yang dilakukan adalah pengukuran *Bed Load* dan *Suspended Load*.

2.2. Pengukuran Kecepatan Sungai

Pengukuran kecepatan aliran menggunakan *Current Meter* yang ditempatkan pada kedalaman 0,6 H dari permukaan air. Sedangkan pengambilan titik pengukuran pada tiap-tiap Cross Section saluran adalah 3 titik.



Dimana :

Q = Debit aliran (m³/dt)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

Ni = Jumlah putaran

T = Waktu (dt)

A, b = Koefisien alat *Current Meter*

$$V = a \cdot n + b$$

$$Q = V \cdot A$$

$$N_i = N_i / t$$

$$\bar{n} = 1/3 (n_1 + n_2 + n_3)$$

2.3. Hidrologi

2.3.1. Curah Hujan Rerata Harian

a. Cara tinggi rata-rata

Tinggi rata-rata curah hujan didapat dengan mengambil nilai rata-rata hitung (*arithmetic mean*) pengukuran hujan di pos-pos penakar hujan didalam areal tersebut. Dan rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Soemarto, 1995).

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n}$$

Dimana :

d = tinggi curah hujan rata-rata

d₁...d_n = tinggi curah hujan pada pos penakar 1,2 ... n

n = banyaknya pos penakar

Cara ini akan memberikan hasil yang dapat dipercaya jika pos-pos penakar ditempatkan secara merata di areal tersebut, dan hasil penakaran masing-masing pos penakar tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata seluruh pos di seluruh areal

b. Cara poligon Thiessen

Cara ini dipakai jika letak stasiun pencatat hujan didaerah aliran sungai tersebut tidak merata. Rumus yang digunakan sebagai berikut (Suyono, 1985).

$$R = \frac{R_1 \cdot A_1 + R_2 \cdot A_2 + \dots + R_n \cdot A_n}{A}$$

$$R = W_1 \cdot R_1 + W_2 \cdot R_2 + \dots + W_n \cdot R_n$$

dimana :

R = Curah hujan harian rerata maksimum

R_n = Curah hujan pada stasiun penakar hujan (mm)

A_n = Luas daerah pengaruh stasiun penakar hujan (km²)

W₀ = Koefisien poligon (A_n / ΣA).

2.3.2. Curah Hujan Rancangan Maksimum

Pada studi ini, untuk menentukan curah hujan rancangan digunakan metode analisa frekuensi *Log Pearson Type III*, karena metode ini lebih fleksibel dan dapat dipakai untuk semua sebaran data, yang mana besarnya harga parameter statistiknya yaitu koefisien kepercengan (Cs) dan koefisien

kepuncakan (Ck), tidak memiliki batasan harga tertentu.

Distribusi Log Pearson Type III memperhitungkan tiga parameter statistiknya yaitu:

- (1). Harga rata-rata (*mean*)
- (2). Simpangan baku (*standart deviasi*)
- (3). Koefisien kepepcengan (*skewness*)

Adapun tahapan untuk menghitung curah hujan rancangan dengan metode ini adalah sebagai berikut : (Soemarto, 1987).

- (1). Data rerata hujan harian maksimum tahunan sebanyak n buah diubah dalam bentuk logaritma (Log X).

- (2). Dihitung harga logaritma rata-rata

$$\overline{\text{LogXi}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{LogXi}$$

- (3). Dihitung harga simpangan baku

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{LogXi} - \overline{\text{LogX}})^2}{n-1}}$$

- (4). Hitung koefisien kepepcengan dengan rumus :

$$Cs = n \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (\text{LogXi} - \overline{\text{LogX}})^2}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S^3}$$

- (5). Hitung logaritma curah hujan rancangan periode ulang tertentu :

$$\text{LogXt} = \overline{\text{LogX}} + G \cdot Sd$$

Dengan ;

- Xi = curah hujan rancangan
 - Log X = rata - rata logaritma dari hujan maksimum tahunan
 - Sd = simpangan baku
 - G = konstanta (dari tabel)
- Dengan harga G diperoleh berdasarkan harga Cs dan tingkat probabilitasnya.

- (6). Curah hujan rancangan dengan periode ulang tertentu adalah antilog Xt.

2.3.3. Uji Kesesuaian Distribusi

Untuk mengetahui apakah suatu data sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipilih, maka setelah penggambarannya pada kertas probabilitas perlu dilakukan pengujian lebih lanjut. Pengujian ini biasanya dengan uji kesesuaian (*testing of goodness of fit*) yang dilakukan dengan dua cara yaitu Uji Smirnov Kolmogorof dan Uji Chi Kuadrat (Shahin,

1976). Plotting data dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- (a). Data curah hujan maksimum harian rata-rata tiap tahun disusun dari kecil ke besar.
- (b). Hitung probabilitasnya dengan menggunakan rumus Weibull (Subarkah, 1980) :

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

Dengan ;

- P = probabilitas (%)
- m = nomor urut dari data seri yang telah diurutkan
- n = banyaknya data

- (c). Plotting data hujan (Xi) dengan probabilitas (P).
- (d). Tarik garis durasi dengan mengambil titik-titik.

2.3.4. Perhitungan Intensitas Hujan

Hal terpenting dalam pembuatan rancangan dan rencana adalah distribusi curah hujan. Distribusi curah hujan adalah berbeda-beda sesuai dengan jangka waktu yang ditinjau yakni curah hujan tahunan (jumlah curah hujan dalam setahun), curah hujan bulanan (jumlah curah hujan dalam sebulan), curah hujan harian (jumlah curah hujan dalam 24 jam). Harga-harga yang diperoleh ini dapat digunakan untuk menentukan prospek dikemudian hari dan akhirnya digunakan untuk perencanaan sesuai dengan tujuan yang dimaksud.

Dalam pembahasan data hujan ada 5 buah unsur yang harus ditinjau, yaitu :

- a. Intensitas i, adalah laju hujan = tinggi air persatuan waktu misalnya, mm/menit, mm/jam, mm/hari.
- b. Lama waktu (*duration*) t, adalah lamanya curah hujan (durasi) dalam menit atau jam.
- c. Tinggi hujan d, adalah jumlah atau banyaknya hujan yang dinyatakan dalam ketebalan air di atas permukaan datar, dalam mm
- d. Frekuensi, adalah frekuensi kejadian, biasanya dinyatakan dengan waktu ulang (*return periode*) T, misalnya sekali dalam T (tahun)
- e. Luas, adalah luas geografis curah hujan Untuk menghitung intensitas hujan digunakan rumus Dr. Isiguro (1953).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^m$$

Dimana :

R_{24} = Curah hujan harian (24 jam)

t = waktu konsentrasi hujan (jam)

m = sesuai dengan angka Van Breen diambil
 $m = 2/3$

2.3.5. Waktu Konsentrasi

Asumsi bahwa banjir maksimum akan terjadi jika hujan berlangsung selama waktu konsentrasi atau melebihi waktu konsentrasi menyebabkan parameter waktu konsentrasi menjadi penting dikaji. Waktu konsentrasi didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan air hujan yang jatuh dititik terjauh dari suatu daerah aliran untuk mencapai titik tinjau (*outlet*).

Lama waktu konsentrasi bisa didapatkan melalui hasil pengamatan ataupun dengan suatu pendekatan rumus. Pendekatan rumus yang ada pada umumnya mengacu pada jarak dari tempat terjauh jatuhnya hujan sampai titik tinjau (L) dan selisih ketinggian antara titik terjauh tersebut dengan titik tinjau (H), ataupun juga kemiringan lahan yang ada. Untuk menghitung waktu konsentrasi dipakai persamaan sebagai berikut (anonymous, 1974)

$$tc = t1 + t2 \cdot \frac{0,0195}{60} \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,77}$$

Dengan ;

L = panjang sungai / saluran

$$t1 = \left[\frac{2}{3} \cdot 3,28 \cdot Lo \left(\frac{nd}{S_{0,5}} \right) \right]^{0,167}$$

S = kemiringan rerata sungai / saluran

$$t2 = \frac{L}{(60 \cdot V)}$$

Selain rumus diatas, ada juga rumus empiris yang umum dipakai untuk memprediksi waktu konsentrasi adalah rumus Kirpich yang dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut :

$$tc = \frac{L^{1,15}}{7700H^{0,385}} \quad \text{dalam satuan jam}$$

Kalau L dan H dinyatakan dalam meter dan tc dalam menit, maka rumus diatas menjadi sebagai berikut ;

$$tc = 0,0195 \left(\frac{L}{S} \right)^{0,77} \quad \text{dalam menit}$$

2.3.6. Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu daerah akibat turunnya hujan, dengan jumlah hujan yang turun di daerah tersebut (Subarkah, 1980).

Koefisien pengaliran pada suatu daerah dipengaruhi oleh kondisi karakteristik (Sosrodarsono dan Takeda, 1976), yaitu :

- Kondisi hujan
- Luas dan bentuk daerah pengaliran
- Kemiringan daerah aliran dan kemiringan dasar sungai
- Daya infiltrasi dan perkolasi tanah
- Kebebasan tanah
- Suhu udara, angin dan evaporasi
- Tata guna lahan

Dalam perencanaan sistem drainase kota, jika tidak ditentukan harga koefisien pengaliran daerah dapat dipakai pendekatan besarnya angka pengaliran (C) ditetapkan (Subarkah 1980).

2.3.7. Perhitungan Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit banjir yang digunakan sebagai dasar untuk merencanakan tingkat pengamanan bahaya banjir pada suatu kawasan dengan penerapan angka-angka kemungkinan terjadinya banjir terbesar. Banjir rencana ini secara teoritis hanya berlaku pada satu titik di suatu ruas sungai, sehingga pada sepanjang ruas sungai akan terdapat besaran banjir rencana yang berbeda.

Untuk memecahkan permasalahan tersebut diatas terdapat sebuah metode untuk mendapatkan hidrograf tanpa data yang dibutuhkan. Soil Conservation Service, U.S. Department Of Agriculture (USDA SCS) pada tahun 1972 telah mengembangkan metode tersebut. Metode ini menggunakan parameter daerah pematusan.

US SCS mengembangkan suatu formula dengan koefisien empiris yang berhubungan dengan elemen dari unit hidrograf yang menggambarkan karakteristik daerah aliran sungai. Unit hidrograf dibangun dengan elemen debit puncak Q_p (m^3/dt), T_p (jam) dan T_b (jam). Formula hidrograf satuan sintesis SCS dijelaskan sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{q * A}{36 * T_p}$$

dimana :

Q_p = Debit puncak (m^3/dt)

Q = Hujan efektif (mm)

A = Luas daerah tangkapan hujan (km^2)

T_p = Waktu puncak (jam)

3. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan pada studi ini dibagi menjadi beberapa tahap, sebagai berikut:

1. Melakukan survey dan indentifikasi, yang mencakup : kondisi DAS, pengukuran penampang sungai, waduk lapangan dan potensi penampungan, penentuan lokasi pengukuran, pengukuran kecepatan.
2. Mengkaji sistem drainase Surabaya Barat, yang mencakup : tinjauan sistem drainase eksisting, perubahan tata guna lahan, operasi dan pemeliharaan saluran dan tinjauan unsur kelembagaan.
3. Melakukan analisa hidrologi, yang mencakup : analisa hujan harian maksimum rata-rata, pengujian data hujan, analisis hujan rancangan, tata guna lahan, dan perhitungan debit banjir rencana.
4. Membuat analisa untuk pengembangan solusi alternatif, yang mencakup: pemodelan hidroulik sistem drainase, penetapan skenario pemodelan, hasil pemodelan & analisa, serta dasain saluran.
5. Merumuskan kesimpulan hasil studi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Hidrologi

4.1.1 Analisa Hujan Harian Maks Rata-rata

Hujan harian maksimum rata-rata dihitung dari data hujan yang diukur distasiun penakar hujan yang berpengaruh pada setiap daerah aliran sungai. Daerah aliran sungai tersebut adalah Das Kali Balong, Kali Kandangan, Kali Sememi dan Kali Greges.

Analisa hujan harian maksimum rata-rata dihitung dengan menghitung rata-rata hujan dari beberapa stasiun hujan pada hari yang sama selama satu tahun baik menggunakan rata-rata aritmetik maupun poligon Thiesen. Hasil rata-rata terbesar merupakan hujan harian maksimum untuk tahun tersebut.

Tabel 1. Hasil perhitungan hujan harian maksimum rata-rata

No	Nama DAS	Hujan Harian Maks Rata-Rata	
		Thiesen	Aritmatik
1	Kali Balong	114.22	112.80
2	Kali Kandangan	121.00	82.60
3	Kali Sememi	104.23	80.43
4	Kali Greges	108.43	100.00

Tabel diatas memperlihatkan bahwa hujan harian maksimum rata-rata tertinggi terjadi di DAS Kali Balong. Sedangkan, yang terendah terjadi pada DAS Kali Sememi,

4.1.2 Pengujian Data Hujan

Pengujian bertujuan untuk menetapkan apakah distribusi kemungkinan teoritis yang dipilih sesuai dengan distribusi kemungkinan dari data pengamatan. Untuk itu digunakan dua cara pengujian yang umum digunakan dalam analisa hidrologi, yaitu uji Smirnov Kolmogorov dan uji Chi Square.

Tabel 2. Hasil perhitungan uji Smirnov-Kolmogorav

No	Nama DAS	Δ_{max}	Diterima
1	Kali Balong	0.109063	OK
2	Kali Kandangan	0.143670	OK
3	Kali Sememi	0.124526	OK
4	Kali Greges	0.130390	OK

Tabel diatas memperlihatkan bahwa dengan jumlah data $n=15$ dan $\alpha=5\%$, maka diperoleh $\Delta_{cr} = 0.338 > \Delta_{max}$ sehingga dapat dinyatakan diterima.

Tabel 3. Hasil perhitungan uji Chi Kuadrat

No	Nama DAS	X^2_{hitung}	Diterima
1	Kali Balong	4.667	OK
2	Kali Kandangan	3.333	OK
3	Kali Sememi	4.667	OK
4	Kali Greges	4.667	OK

Tabel diatas memperlihatkan bahwa dengan jumlah $dk = 2$ dan derajat kepercayaan $\alpha = 5\%$, maka diperoleh $X^2_{kritis} = 5.99 > X^2_{hitung}$ sehingga dapat dinyatakan diterima.

4.1.3 Analisis Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan / rencana untuk periode ulang tertentu secara statistik dapat diperkirakan berdasarkan seri data curah hujan harian maksimum tahunan (*maximum annual series*) jangka panjang dengan

analisis distribusi frekuensi. Curah hujan rancangan/desain ini biasanya dihitung untuk periode ulang 2, 5, 10, dan 25 tahun

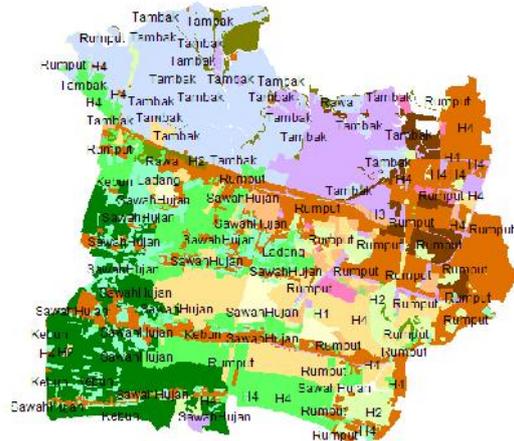
Tabel 4. Hasil perhitungan hujan rencana

No	Nama DAS	X (cm)			
		Periode Ulang (tahun)			
		P2	P5	P10	P25
1	Kali Balong	105	141	168	205
2	Kali Kandangan	108	149	182	231
3	Kali Sememi	94	129	156	196
4	Kali Greges	106	135	152	170

Tabel diatas memperlihatkan bahwa tinggi hujan rencana terjadi pada DAS Kali Kandangan. Sedangkan yang terendah terjadi pada Das Kali Greges.

4.1.4 Tata Guna Lahan

Tata guna lahan di wilayah Surabaya Barat dikelompokkan menjadi beberapa penggunaan seperti pada gambar berikut.



Gambar 1. Tata Guna Lahan Wilayah Surabaya Barat

4.2. Analisa untuk Pengembangan Solusi Alternatif

4.2.1 Permodelan Hidroulik pada Sistem Drainase

Model Matematis Sistem Gunungsari terdiri dari Saluran Gunungsari, Kali Balong, Kali Kandangan, Kali Sememi dan Kali Greges serta anak-anak sungai yang ada. Pada permodelan ini saluran/sungai yang bermuara langsung ke laut dianggap sebagai saluran utama sedangkan saluran Gunungsari tidak dianggap sebagai saluran primer namun sebagai saluran sekunder (saluran Kolektor) yang bermuara di sungai Balong,

Sememi, Kandangan atau saluran lain yang bermuara ke laut.

Inflow dari model adalah hidrograf/debit banjir rencana dari sub DAS - sub DAS sedangkan kondisi batas hilir permodelan adalah elevasi permukaan air laut (Selat madura)

4.2.2 Penetapan Skenario Permodelan

Sekenario permodelan yang dilakukan terdiri dari :

1. Permodelan saluran drainase kondisi eksisting dengan penggunaan lahan di DAS pada kondisi eksisting. Permodelan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi aliran air pada saluran dengan kondisi saat ini bila mengalir debit banjir rencana. Dari permodelan ini diharapkan dapat diketahui apakah saluran drainase masih memiliki daya alir yang cukup atau dengan kata lain dapat diketahui dipenampang saluran mana saja yang terjadi luapan air banjir.
2. Permodelan saluran drainase kondisi eksisting dengan penggunaan lahan di DAS pada kondisi yang akan datang. Permodelan ini dilakukan bilamana saluran kondisi eksisting masih mampu mengalirkan debit banjir rencana dengan kondisi tata guna lahan saat ini dan perlu ditinjau apakah masih mampu mengalirkan debit banjir rencana dengan tata guna lahan rencana dimasa yang akan datang tanpa menimbulkan luapan banjir. Bila hasil analisa skenario pertama dihasilkan saluran sudah tidak mampu mengalirkan debit banjir rencana untuk tata guna lahan saat ini maka tidak perlu dilakukan skenario kedua, sebab ada kecenderungan bahwa dimasa yang akan datang limpasan permukaan akan meningkat dibanding saat ini akibat terjadinya perubahan tata guna lahan.
3. Permodelan saluran drainase alternatif solusi dengan penggunaan lahan di DAS pada kondisi eksisting. Permodelan ini dilakukan untuk mengetahui bilamana alternatif solusi ini di lakukan pengaruhnya terhadap profil permukaan air akibat mengalir debit banjir rencana.
4. Permodelan saluran drainase alternatif solusi dengan penggunaan lahan di DAS pada kondisi yang akan datang. Permodelan ini dilakukan untuk

menganalisa setiap alternatif solusi terhadap kemampuan saluran mengalirkan debit banjir rencana dalam arti tidak terjadi peluapan debit banjir dari saluran ke lahan. Hasil permodelan ini akan dijadikan dasar untuk perencanaan penanggulangan banjir.

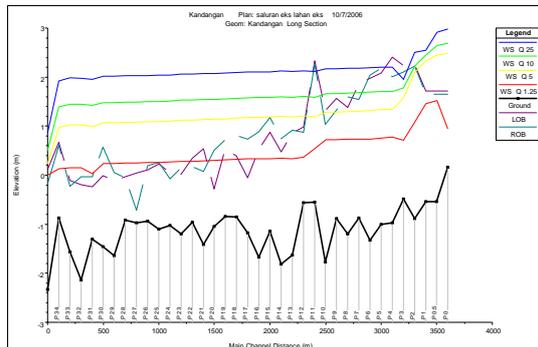
5. Permodelan untuk melihat pengaruh aliran balik terhadap debit banjir. Permodelan ini dilakukan dengan melakukan simulasi pada saat air surut terendah, mean sea level dan permukaan air laut pasang tertinggi.

4.2.3 Hasil Permodelan dan Analisa

Pada bagian ini hanya disajikan contoh hasil permodelan dan analisa untuk Kali Kandangan saja.

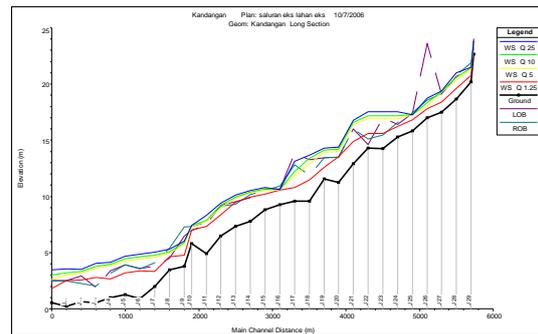
A. Skenario saluran eksisting dengan tata guna lahan eksisting

Kali Kandangan terdiri dari Saluran primer Kandangan, Saluran Larangan dan saluran Gunungsari.



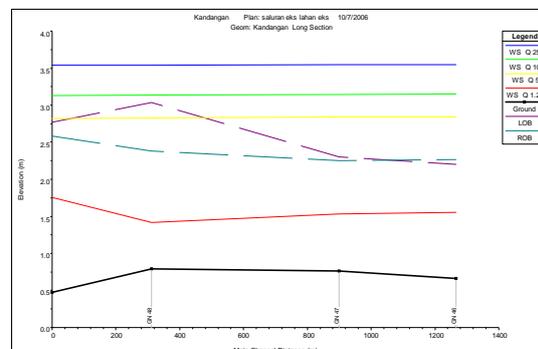
Gambar 2. Profil muka air Kali Kandangan kondisi eksisting dengan tata guna lahan eksisting

Profil permukaan air Kali Kandangan sangat di pengaruhi oleh aliran balik pasang air laut. Beberapa penampang sungai memiliki elevasi tebing lebih rendah dari pasang air laut sehingga walaupun debit aliran air hujan kecil (Q1.25) elevasi permukaan air lebih tinggi dari elevasi tebing. Bila debit aliran besar maka elevasi permukaan air menjadi lebih tinggi karena bertemu dengan pasang air laut. Aliran balik di Kali kandangan mempengaruhi elevasi permukaan air saluran-saluran di hulu.



Gambar 3. Profil muka air Kali Larangan kondisi eksisting dengan tata guna lahan eksisting

Elevasi permukaan air Kali Larangan dipengaruhi oleh elevasi permukaan air Kali Kandangan. Penampang sungai eksisting sebagian besar masih mampu mengalirkan debit banjir periode 1.25 tahunan. Namun pada beberapa penampang di hulu dan hilir terutama yang memiliki tebing rendah terjadi luapan baik untuk debit 1.25 tahun, 5 tahun, 10 tahun dan 25 tahun. Air mengalir dari Kali Larangan dan saluran Gunungsari ke Kali kandangan melalui pelimpah dan pintu air. Keberadaan pelimpah di sungai menyebabkan kenaikan permukaan air dan bila pintu air terlambat dibuka maka akan menyebabkan kenaikan permukaan air di saluran Gunungsari dan Kali Larangan.



Gambar 4. Profil muka air Saluran Gunungsari kondisi eksisting dengan tata guna lahan eksisting

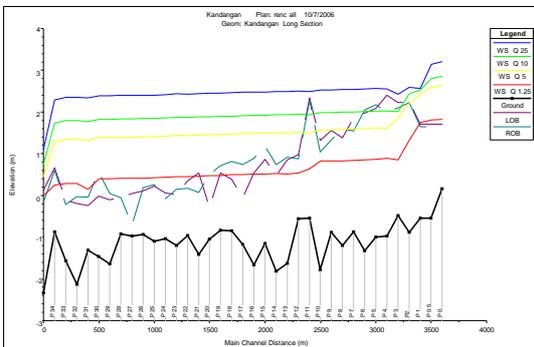
Gambar 4 adalah profil permukaan air Saluran Gunungsari. Pada permodelan ini saluran Gunungsari hanya menerima debit dari saluran Kandangan Gunung 1 dan Saluran Manukan Lor. Penampang saluran Gunungsari cukup besar untuk mengalirkan debit dari saluran-saluran tersebut. Namun profil permukaan air disaluran Gunungsari lebih ditentukan oleh aliran balik dari Kali Kandangan sehingga pada debit lebih dari 5

tahunan elevasi permukaan air lebih tinggi dari elevasi tebing/tanggul saluran.

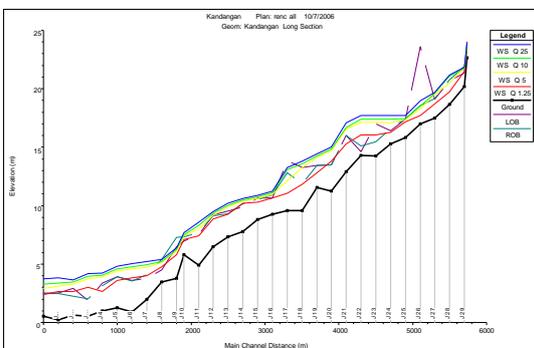
B. Skenario saluran eksisting dengan tata guna lahan rencana

Pada skenario ini dilakukan simulasi untuk melihat kondisi profil permukaan air sungai/saluran saat ini bila mengalir debit banjir dari daerah aliran yang telah berubah tata guna lahannya seperti rencana perkiraan perubahan tata guna lahan yang akan datang. Simulasi ini untuk melihat pengaruh bila tidak dilakukannya perbaikan saluran dimasa mendatang.

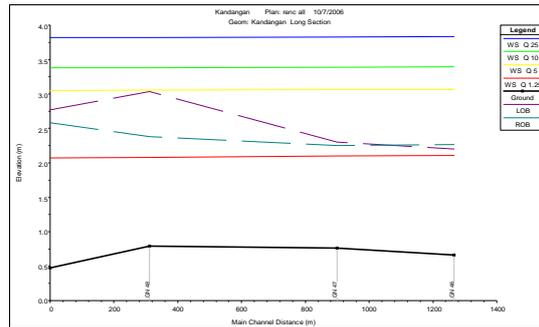
Hasil simulasi menunjukkan bahwa elevasi permukaan air lebih tinggi dari kondisi skenario pertama yang telah disajikan diatas. Hal ini disebabkan bahwa rencana tata guna lahan akan datang memiliki kecenderungan meningkatnya lahan tidak serap air sehingga limpasan permukaan meningkat. Dengan debit limpasan permukaan meningkat sedangkan kondisi saluran tidak berubah menyebabkan terjadinya kenaikan permukaan air di sungai atau saluran.



Gambar 5. Profil muka air Kali Kandangan kondisi eksisting dengan tata guna lahan rencana



Gambar 6. Profil muka air Kali Larangan kondisi eksisting dengan tata guna lahan rencana

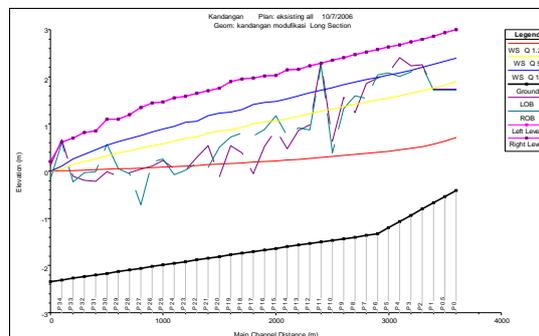


Gambar 7. Profil muka air Saluran Gunungsari kondisi eksisting dengan tata guna lahan rencana

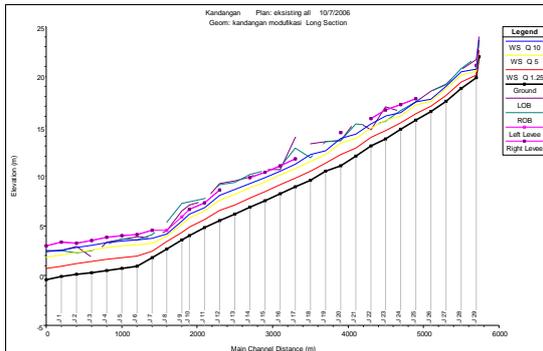
C. Skenario saluran rencana dengan tata guna lahan eksisting

Pada skenario ini dilakukan simulasi pada saluran rencana (normalisasi) dengan inflow debit yang berasal dari daerah alirannya dengan kondisi tata guna lahan eksisting. Normalisasi dilakukan dengan melebarkan saluran, merubah dasar saluran maupun hanya menggali endapan sedimen yang ada dalam saluran.

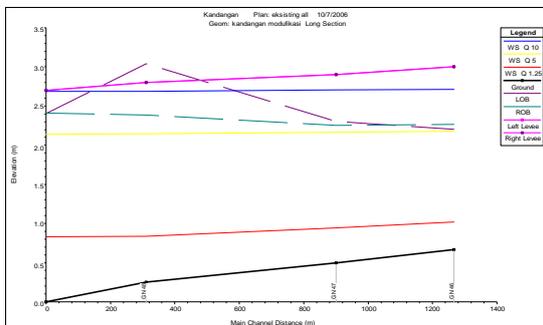
Pada Gambar dibawah ini di sajikan profil permukaan air pada saluran dimana garis berwarna merah adalah profil permukaan air debit aliran periode ulang 1.25 tahunan, garis warna kuning adalah profil permukaan air debit banjir rencana 5 tahunan, garis berwarna hijau adalah profil permukaan air debit banjir rencana 10 tahunan dan garis berwarna biru adalah profil permukaan air untuk debit banjir rencana 25 tahunan. Garis berwarna ungu adalah profil permukaan tanggul rencana, garis putus-putus berwarna biru muda dan coklat adalah profil tebing saluran yang ada dan garis tebal berwarna hitam adalah profil dasar saluran rencana.



Gambar 8. Profil muka air Kali Kandangan kondisi rencana dengan tata guna lahan eksisting



Gambar 9. Profil muka air Kali Larangan kondisi rencana dengan tata guna lahan eksisting



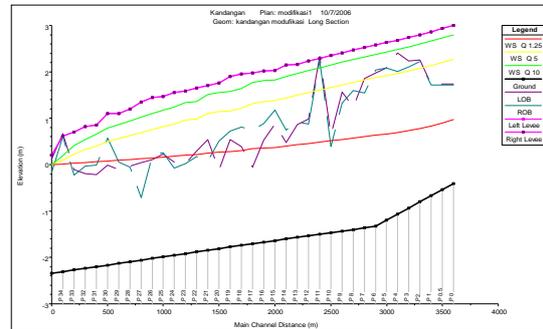
Gambar 10. Profil muka air Saluran Gunungsari kondisi rencana dengan tata guna lahan eksisting

D. Skenario saluran rencana dengan tata guna lahan rencana

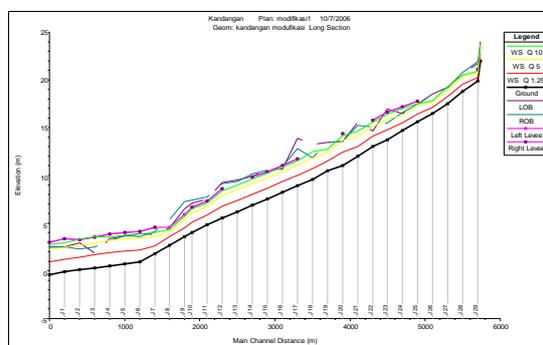
Pada skenario ini dilakukan simulasi pada saluran rencana (normalisasi) dengan inflow debit yang berasal dari daerah alirannya dengan kondisi tata guna lahan rencana yang akan datang. Normalisasi dilakukan dengan melbarkan saluran, merubah dasar saluran maupun hanya menggali endapan sedimen yang ada dalam saluran.

Pada Gambar dibawah ini di sajikan profil permukaan air pada saluran dimana garis berwarna merah adalah profil permukaan air debit aliran periode ulang 1.25 tahunan, garis warna kuning adalah profil permukaan air debit banjir rencana 5 tahunan, garis berwarna hijau adalah profil permukaan air debit banjir rencana 10 tahunan dan garis berwarna biru adalah profil permukaan air untuk debit banjir rencana 25 tahunan. Garis berwarna ungu adalah profil permukaan tanggul rencana, garis putus-putus berwarna biru muda dan coklat adalah profil tebing saluran yang ada dan garis

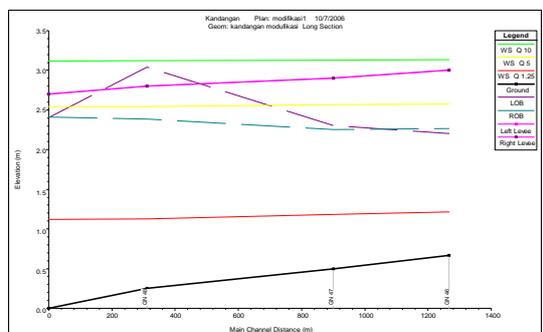
tebal berwarna hitam adalah profil dasar saluran rencana. Simulasi ini yang akan dijadikan dasar desain saluran untuk masa yang akan datang.



Gambar 11. Profil muka air Kali Kandangan kondisi rencana dengan tata guna lahan rencana



Gambar 12. Profil muka air Kali Kandangan kondisi rencana dengan tata guna lahan rencana

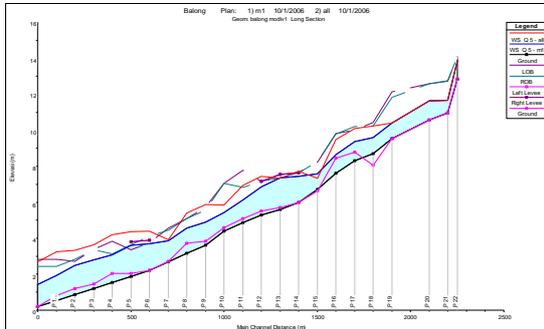


Gambar 13. Profil muka air Saluran Gunungsari kondisi rencana dengan tata guna lahan rencana

4.2.4 Desain Saluran

Desain saluran didasarkan pada debit aliran yang berasal tata guna lahan kondisi rencana yang akan datang. Debit banjir rencana yang digunakan adalah debit banjir rencana 10 tahunan untuk saluran primer dan 5 tahunan untuk saluran sekunder. Saluran yang memiliki kapasitas alir lebih kecil dari debit banjir rencana yang

mengalir dilakukan normalisasi. Pada bagian ini hanya dipaparkan salah satu desain saluran, yakni untuk Kali Balongsari.



Gambar 14. Penampang Memanjang saluran sekunder Balongsari pada kondisi desain dengan tata guna lahan rencana, debit banjir Q 5 tahun

Tabel 5. Dimensi rencana Kali Balongsari

Reach	River Sta	Profile	Debit Total (m ³ /dt)	Lebar Dasar	Elevasi dasar	Elevasi Permukaan air	Kecepatan aliran (m/dt)	Elevasi tanggul Kiri	Elevasi Tanggul Kanan
Balongsari	58	Q 5	5.3	3	12.83	13.88	2.7		
Balongsari	57	Q 5	5.3	3	10.96	11.66	5.79		
Balongsari	56	Q 5	5.3	3	10.58	11.62	2.49		
Balongsari	55	Q 5	5.3	3	9.55	10.41	2.61		
Balongsari	54	Q 5	7.08	4	8.7	9.58	2.95	9.78	9.78
Balongsari	53	Q 5	7.08	4	8.3	9.37	2.01	9.57	9.57
Balongsari	52	Q 5	7.08	4	7.6	8.64	3.05		
Balongsari	51	Q 5	7.08	4	6.7	7.57	3.42		
Balongsari	50	Q 5	7.08	4	6	7.45	1.89	7.65	7.65
Balongsari	49	Q 5	13.02	4	5.6	7.35	1.66	7.55	7.55
Balongsari	48	Q 5	17.37	4	5.3	6.87	2.77	7.07	7.07
Balongsari	47	Q 5	17.37	4	4.88	6.13	3.49	6.32	6.32
Balongsari	46	Q 5	17.37	5	4.4	5.42	3.46	5.62	5.62
Balongsari	45	Q 5	18.53	5	3.62	4.91	2.88	5.11	5.11
Balongsari	44	Q 5	19.33	5	3.15	4.56	2.74		
Balongsari	43	Q 5	20.3	5	2.68	3.86	3.43		
Balongsari	42	Q 5	20.3	7	2.2	3.69	1.95	3.89	3.89
Balongsari	41	Q 5	20.3	7	1.87	3.61	1.66	3.81	3.81
Balongsari	40	Q 5	32.6	7	1.53	3.09	2.99	3.29	3.29
Balongsari	39	Q 5	32.6	7	1.2	2.8	2.91	3	3
Balongsari	38	Q 5	33.37	7	0.86	2.5	2.9	2.7	2.7
Balongsari	37	Q 5	34.11	7	0.52	1.92	3.48	2.12	2.12
Balongsari	36	Q 5	34.11	8	0.19	1.41	3.48		

5. KESIMPULAN

- Banjir yang terjadi di kawasan Surabaya Barat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya curah hujan yang tinggi, pasang air laut dan kemampuan alir saluran rendah serta adanya hambatan-hambatan aliran pada saluran.
- Rencana tata guna lahan di kawasan Surabaya Barat dimasa yang akan datang memiliki kecenderungan meningkatnya aliran permukaan. Kondisi ini menyebabkan saluran saat ini tidak akan mampu lagi mengalirkan debit banjir rencana yang ditetapkan.
- Daerah aliran sungai bagian hulu telah berkembang sebagai kawasan terbangun sehingga tidak tersedia lahan cukup luas yang dapat digunakan sebagai *retention basin* yang dapat mengurangi debit banjir yang mengalir ke sungai.
- Saluran Gunungsari adalah yang di desain sebagai saluran irigasi namun

saat ini dimanfaatkan sebagai saluran drainase. Saluran ini mengalir dengan kecepatan rendah dan menerima debit banjir dari daerah aliran yang memiliki kemiringan lahan cukup terjal menyebabkan saluran ini tidak mampu mengalirkan debit banjir dan terjadi luapan air.

- Untuk memperbesar dimensi saluran Gunungsari ditemukan kendala keterbatasan lahan yang tersedia. Oleh sebab itu harus dilakukan pengurangan debit aliran yang mengalir ke saluran dengan cara membagi debit aliran dari saluran Gunungsari ke sungai terdekat yaitu Kali greges, Kali Balong, Kali Kandangan dan Kali Sememi.
- Kali Greges, Kali Balong, Kali Kandangan dan Kali Sememi difungsikan sebagai saluran primer. Sedangkan saluran Gunungsari menjadi saluran sekundernya.
- Normalisasi saluran direncanakan dengan memperbesar dimensi, peninggian tanggul maupun merubah kemiringan dasar saluran untuk dapat mengalirkan debit banjir rencana periode ulang 5 tahun pada saluran sekunder dan 10 tahun pada saluran primer pada saat terjadi air laut pasang.
- Peninggian tanggul menyebabkan aliran air dari lahan di kanan atau kiri tanggul tidak dapat langsung mengalir ke sungai sehingga diperlukan side drain dan kolam penampungan sementara sehingga kemudian dapat dialirkan ke sungai maupun ke laut baik dengan bantuan pompa atau secara gravitasi.

5. DAFTAR ACUAN

ITS. 2006. *Studi Detail Plan Sub Sistem Drainase Surabaya Barat*. FTSP ITS Surabaya.

JICA. 1998. *The Studi on Comprehensive Management Plan for The Water Resources of The Brantas River Basin in The Republic of Indonesia*. Surabaya

Nippon Koei. 2002. *Justification Study on First Priority Project*. Surabaya.

Sri Harto Br. 1993. *Analisis Hidrologi*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta