DAMPAK ALIH FUNGSI LAHAN IRIGASI MENJADI PERMUKIMAN TERHADAP KINERJA SISTEM DRAINASE PERKOTAAN (STUDI KASUS KAWASAN GAYUNGSARI SURABAYA)

THE IMPACT OF IRRIGATED LAND CONVERSION TO SETTLEMENT ON URBAN DRAINAGE SYSTEM PERFORMANCE (CASE STUDY GAYUNGSARI AREA SURABAYA)

Joyce Martha Widjaya

Peneliti Bidang Teknologi Konstruksi, Puslitbang Sosekling Jl. Gayung Kebon Sari 50 Surabaya Email: joyce.widjaya@gmail.com

Diterima: 5 Maret 2013; Disetujui: 6 Mei 2013

ABSTRAK

Kawasan Gayungsari, daerah banjir di Surabaya Selatan, adalah salah satu kawasan permukiman hasil alih fungsi lahan bekas daerah irigasi. Hal ini dibuktikan dengan adanya pemanfaatan saluran irigasi sebagai saluran drainase, elevasi lahan lebih rendah dari elevasi muka air di saluran, bahkan masih ada sawah di kawasan itu. Untuk menanggulangi masalah banjir ini, dilakukan evaluasi dan perencanaan ulang sistem drainase. Solusi yang diusulkan adalah menggunakan sistem polder, dengan menerapkan prinsip kebijakan "keseimbangan aliran masuk dan keluar, sehingga delta Q nol". Model analitis rasional, membuktikan bahwa tanpa mengisolir atau meminimalisir kawasan permukiman terhadap kiriman air dari luar, luapan banjir tidak dapat dieliminasi, karena tidak mampu menampung debit kiriman air dari luar yang sifatnya tidak terkontrol. Hasil studi menyatakan bahwa saluran irigasi tidak dapat dikonversikan langsung menjadi saluran drainase kota, karena pola distribusi dimensi dan beda tinggi dasar saluran serta beda tinggi muka air, menjadikan disfungsinya saluran drainase. Untuk mengeliminasi dampak banjir, diusulkan agar dilakukan penataan daerah layanan pada skala makro kota untuk menghasilkan kompartemen polder yang terisolasi. Sistem ini membutuhkan upaya penyesuaian dimensi dan elevasi saluran drainase yang dinormalisasi, pemompaan, penataan ulang lansekap dan kolam retensi.

Kata kunci: Alih fungsi lahan, model analitis rasional, kompartemen polder, isolasi aliran, normalisasi saluran drainase, kolam retensi

ABSTRACT

Gayungsari Area, a flooded area in Southern Surabaya, is a residential area partially converted from the irrigation area. Because of that, the land elevation was found lower than the channel's elevation and many irrigation channels were converted to drainages. To overcome the flooding problem, re-evaluation and replanning of drainage system is needed. The solution would involve the polder system, following principle of "balancing the inflow and outflow, or delta Q zero". The rational analytical model of the drainage proposed emphasised the importance of isolating or minimising inflow to reduce the flooding. On the other hand, the channel normalization effort would only increase outflow rate significantly, but not eliminate the flooding because of uncontrolled flow from upstream. The results showed that the irrigation channels could not be converted directly for the drainage purposes, since different dimensions and invert elevation of the channel. To reduce the flooding impact, macro catchment rearrangement is needed to create isolated polder compartments. The system would be equipped with normalized drainage channels, pumping station, landscape and storage rearrangements.

Keywords: Land use convertion, rational analytical model, polder compartement, normalized drainage channels, retention basin

PENDAHULUAN

Kawasan Gayungsari, daerah banjir di Surabaya Selatan, dalam penelitian ini merupakan contoh situasi dampak alih fungsi dari daerah irigasi menjadi wilayah permukiman, yang menunjukkan adanya pemanfaatan saluran irigasi menjadi saluran drainase, dan elevasi lahan lebih rendah dari elevasi muka air di saluran, bahkan masih adanya sawah itu sendiri.

Sistem drainase kawasan Gayungsari ini, belum pernah dievaluasi dan ditata secara sistemik, baik pada skala meso ataupun mikro. Beberapa fakta ditemui adanya gangguan kenyamanan, keindahan dan kesehatan lingkungan akibat genangan karena hujan lokal, maupun hujan kiriman dari hulunya di luar kawasan.

Akar permasalahan drainase yang terjadi di kawasan Gayungsari yaitu laju pertumbuhan jumlah penduduk kota Surabaya yang memicu pengembangan wilayah sawah menjadi kawasan permukiman, tanpa diiringi dengan revitalisasi infrastruktur tata air. Untuk itu diperlukan suatu kajian tentang dampak alih fungsi lahan irigasi terhadap kinerja sistem drainase di kawasan permukiman Gayungsari, serta bagaimana upaya revitalisasi bekas saluran irigasi untuk dijadikan drainase kota.

Penelitian ini ditujukan untuk melakukan simulasi pemodelan analitis sistem drainase dan menganalisis efektivitas penanggulangan masalah sistem drainase kawasan Gayungsari.

Pemodelan sistem drainase dilakukan dengan batasan:

- Lingkup pemodelan dilakukan pada daerah layanan Saluran Gayungan sebagai saluran utama, yang merupakan sebagian dari luasan administrasi kelurahan Gayungan, dengan kondisi batas aliran, berupa debit masukan dan keluaran di titik inlet dan outlet batas pemodelan:
- 2) Kapasitas saluran inlet dan outlet diperhitungkan untuk mengestimasi besaran debit rencana komponen sub sistem drainase. Manfaat penelitian ini adalah:
- 1) Mengevaluasi Sub Sistem Drainase Kawasan Gayungsari sebagai bagian dari Sistem Drainase Kebon Agung di Surabaya Selatan, dengan sistem terbuka, menggunakan komponen bekas saluran irigasi, tanpa pompa atau bangunan air lainnya.
- Memberi pencerahan kepada para pemilik kepentingan tentang akar permasalahan dan penanggulangan masalah banjir pada kawasan permukiman bekas daerah irigasi yang bersifat sistemik;

3) Sebagai usulan cara merevitalisasi sistem drainase kawasan yang perlu diterapkan pada daerah datar bekas alih fungsi daerah irigasi.

Sistem drainase Kawasan Gayungsari seluas 36 hektar, berada pada Kelurahan Gayungan, Kecamatan Gayungan. Rayon Drainase Jambangan. Surabaya Selatan.

KAJIAN PUSTAKA

Kajian Kasus Kesadaran akan Fungsi Drainase

Kasus klasik serupa juga terjadi di kota-kota besar di Indonesia, seperti diungkap oleh Sartono dalam website www.tembi.net dengan judul "SADAR/TIDAK SADAR PADA FUNGSI DRAINASE'. Dalam tulisan tentang perkembangan sistem drainase, sanitasi, dan irigasi di wilayah-wilayah Kota Yogyakarta, beliau berharan semestinya air yang berasal dari atas (hulu) bisa dikelola dengan baik sejak dari hulu hingga hilir, termasuk sistem drainase, sanitasi, dan irigasi. Idealnya ketiga sistem yang berhubungan dengan urusan air bisa dipilahkan, drainase tidak disamakan dengan sistem sanitasi atau irigasi. Kalau memang tidak mungkin dipilahkan, ketiga sistem itu mampu memberikan jaminan pada kelayakan atau pemenuhan kebutuhan akan kesehatan dan kelestarian lingkungan.

Dalam banyak kasus, ketiga sistem tersebut menyatu dalam satu fungsi tanpa pernah mengalami jaminan akan pemenuhan syarat-syarat kesehatan, kebersihan, dan kelestarian lingkungan. Salah satu hal yang dapat diamati adalah terdapatnya sistem drainase baik di kota maupun kabupaten yang multifungsi. Kecuali menampung luapan air hujan, sistem drainase itu juga dijadikan tempat sampah atau tempat buangan limbah yang memanjang sekaligus juga berfungsi sebagai irigasi. Akibatnya sistem yang dibuat untuk mengamankan permukaan tanah dari genangan air ini penuh dengan aneka macam limbah baik padat maupun cair yang menyebar hingga ke seluruh sudut atau pelosok yang dilaluinya.

Selain kasus yang demikian, drainase juga sering berpadu dengan sistem irigasi. Dalam beberapa kasus yang ditemui Tembi, saluran drainase dan saluran irigasi ini sering menjadi satu dan sering (hampir selalu) digunakan untuk membuang sampah. Akibatnya sawah atau ladang banyak dimasuki sampah padat, utamanya jenis plastik.

Untuk meningkatkan kesadaran dari masing-masing pemilik kepentingan tentang disfungsi saluran drainase atau sanitasi dan irigasi maka penelitian ini dilakukan.

METODOLOGI

Tahapan Penelitian

- 1) Studi pustaka
- 2) Pengumpulan data sekunder di Bappeko Surabaya berupa Laporan SDMP berikut data dan peta digital
- 3) Pengumpulan data primer dengan melakukan pengamatan dan pengukuran komponen sistem drainase
- 4) Penyusunan skematisasi model sistem drainase
- 5) Analisis dan pengolahan data serta pemodelan
- 6) Evaluasi hasil pemodelan

Hipotesis Penelitian

Tanpa meningkatkan kineria inlet dan outlet sistem drainasenya, normalisasi saluran internal kawasan tidak akan menyelesaikan permasalahan banjir di daerah datar bekas irigasi.

Asumsi Dasar

Adapun asumsi yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Kemiringan saluran daerah studi dianggap mendekati datar (00)
- 2) Lahan daerah pematusan dianggap mempunyai kemiringan cukup untuk mengalirkan limpasan permukaan ke inlet kerb

Perhitungan Debit Rencana dengan Rumus **Rasional**

Metode Rasional merupakan rumus empiris yang menghubungkan curah hujan dan limpasan menggunakan parameter analitis. Pada Metode ini, hidrograf Rasional dihitung dengan memperkirakan adanya hubungan antara debit dan waktu konsentrasi terhadap karakteristik daerah pengaliran berdasarkan konsep yang menghubungkan aliran debit puncak dan volume limpasan pada Gambar 1, dengan penjelasan berikut:

1) Rumus Rasional yang dipergunakan untuk kasus perencanaan sistem drainase, umumnya menggunakan asumsi kasus waktu pengaliran = durasi hujan (Liong, S.Y., 1991):

$$Q = 0.278 \times C_k \times I \times A_{total}$$

Keterangan:

 $Q(m^3/s)$, Debit limpasan permukaan

, Koefisien limpasan komposit C_k

, $\sum C_i \times (A_i/A_{total})$

(A_I/A_{total}), Bobot luasan tata guna lahan, jenis tanah dan kemiringan permukaan

 C_i , Nilai koefisien limpasan per unit jenis luasan, (Singh, V.P., 1988).

I [mm/jam], Intensitas hujan yang sesuai waktu konsentrasi (tc)

Atotal [km²], Luas daerah layanan total

a) Penentuan Waktu Konsentrasi (tc):

$$t_c = t_o + t_d$$

Keterangan:

t_o, waktu yang dibutuhkan aliran permukaan dari titik terjauh sampai titik tinjau yang didekati dengan rumus-rumus fungsi dari : Panjang jalur air permukaan = D [m], Kemiringan permukaan = S [%], Koefisien limpasan = C; dihitung dengan Rumus empiris FAA untuk mengestimasikan to

$$t_o=rac{3.64(1.1-C) imes D^{1/2}}{S^{1/2}} ext{(menit)}$$
 $ext{t}_{ ext{d}}$, waktu pengaliran di saluran

, waktu pengaliran di saluran

L , panjang saluran (meter)

V , kecepatan aliran di saluran (m/s), dihitung dengan persamaan Manning = $\frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$

R , Radius hidraulik (m)

, Kemiringan saluran

n , Koef. kekasaran Manning di saluran (Liong SY, 1991).

b) IDV Curve

Intensitas Hujan Rencana diperhitungkan berdasarkan Rumus Kurva Intensitas Durasi (IDF) diturunkan sesuai Persamaan Talbot (Evaluasi Pelaksanaan Pembangunan Surabaya Drainage Master Plan /SDMP 2018) berikut:

Rumus Talbot:

$$I_{tc} = \frac{a}{(t+b)^2}$$

Keterangan:

It , Intensitas curah hujan dengan durasi tc. (mm/jam).

t , lamanya / durasi hujan [menit]

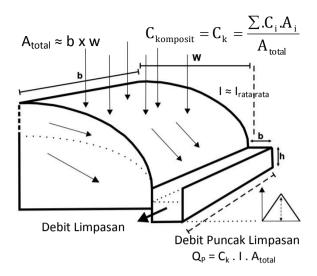
a,b dan c , konstanta daerah setempat yang tergantung pada lamanya curah huian.

Untuk daerah Surabaya konstanta a, b dan c menggunakan nilai konstanta sesuai pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Konstanta Talbot

Periode Ulang(Tr)	Konstanta Talbot				
[Tahun]	a	b	С		
1,2	7550	37	1.10		
2	8062	36	1.06		
5	4943	25	0.93		

Sumber: Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya, 2008.



Gambar 1 Sketsa Hubungan Curah Hujan, dimensi Daerah Layanan dan Debit Limpasan

c) Penelusuran aliran (routing) dalam tampungan memanjang

Perencanaan tampungan memanjang dilakukan berdasarkan prinsip kontinuitas sesuai penjelasan Prinsip Zero Delta Q dalam http://bebasbanjir 2025. wordpress.com/; sebagai berikut:

Prinsip Kontinuitas:

V = Volume banjir = $\int I dt = \int O dt$ Jumlah air yang masuk = $\int I dt$ Jumlah air yang keluar = $\int O dt$ Selisih air yang disimpan = $Sx = \int (I - O) dt$ atau ds/dt = I - O

Perhitungan Kapasitas Saluran

Kapasitas saluran dapat diketahui dengan menghitung debit saluran, rumus umum yang dipergunakan adalah:

$$Q = V \times A$$

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

Keterangan:

V , Kecepatan Aliran (m/s)

A, Luas penampang saluran (m²)

R , Radius Hidraulik (m)

S , Kemiringan saluran (%)

n , Koefisien kekasaran Manning di saluran, (Liong, S.Y., 1991).

Pengumpulan dan Analisis Data

 Pengumpulan data sekunder yang digunakan adalah Sistem Jaringan Drainase dan Kurva Intensitas Durasi Hujan Rencana Kota Surabaya yang didapat dari Laporan Evaluasi pelaksanaan pembangunan Surabaya Drainage Master Plan (SDMP) 2018 Kota Surabaya.

- 2) Pengumpulan data primer didapat melalui diskusi, konsultasi maupun survei orientasi dan survei pengukuran di lapangan, tentang *outlet* dan inlet, arah aliran air di dalam dan di sekitar lokasi studi serta permasalahan yang terjadi di lapangan, kondisi jaringan sistem drainase eksisting fisik, dimensi saluran, ketinggian air dan sedimen di saluran.
- 3) Pengumpulan data yang dilakukan bersamasama Saudara Aditomo Surya S.Y (mahasiswa S1 UK Petra) ini, dilakukan untuk penentuan konsep desain sistem drainase, dengan langkahlangkah sesuai Gambar 2 proses perhitungan debit rencana dengan metode rasional sebagai berikut:
 - a) Menentukan sistem arah aliran berdasarkan pengamatan pada saat hujan dan wawancara penduduk setempat.
 - b) Menentukan jalur saluran drainase dari kuarter, tersier, sekunder, dan primer untuk ditentukan titik *inlet* dan *outlet*, termasuk debit masukan dan keluaran yang membatasi kondisi sistem jaringan.
 - c) Membangun skema model sistem drainase terdiri atas saluran tepi jalan dengan memperhitungkan pengaruh debit limpasan permukaan yang masuk ke saluran tepi jalan, disetarakan dengan saluran kuarter, yang kemudian bergabung menjadi saluran tersier, dan berlanjut ke sekunder.
 - d) Memperkirakan pembagian daerah layanan dari sistem drainase, sesuai pertimbangan arah aliran air, yang ditentukan atas dasar peta situasi serta pengamatan sistem arah aliran di lokasi ketika hujan turun.
 - e) Menentukan variabel bebas dan parameter yang dibutuhkan untuk menghitung debit limpasan rencana pada lokasi, seperti
 - i) Ukuran daerah layanan (panjang daerah layanan/L0, panjang jalur air permukaan / Lebar daerah layanan/D0, kemiringan lahan /S0, koefisien limpasan / C).
 - ii) Dimensi saluran (panjang saluran/Ld, tinggi saluran/h, lebar saluran/b, kemiringan saluran/Sd).
 - f) Mengevaluasi dan menganalisis kondisi batas sistem pemodelan.

Pengamatan dan analisis kondisi batas dilakukan terhadap elevasi muka air dan debit saluran, untuk menentukan jenis dan variabel di simpul kondisi batas.

Karena dalam kasus ini diberlakukan kondisi batas debit untuk simpul batas masukan dan keluaran model, beberapa simulasi debit diperhitungkan termasuk kemampuan saluran *inlet* dan *outlet* dilakukan dalam mengestimasi besaran debit rencananya.

- Debit kiriman dari daerah hulunya, disimulasikan antara 0,1 m³/s sampai 0,5 m³/s sebagai kapasitas saluran inletnya.
- ii) Debit keluaran di titik *outlet* disimulasikan mengalir bebas sesuai kapasitas saluran *outlet*nya (1,67 m³/s), dibatasi 1,0 dan 0,5 m³/s untuk memperhitungkan risiko kurang berfungsinya kodisi hilir pemodelan.
- 4) Membangun rumus model analitis pengaliran sistem drainase, yang mengakomodasikan rumus-rumus di atas, menggunakan program Excel
- Menghitung variabel antara yang dibutuhkan untuk menghitung debit limpasan rencana pada lokasi.
 - a) Kecepatan (V), kapasitas tampung (Q) segmen-segmen saluran.
 - b) Waktu pengaliran yang dibutuhkan aliran permukaan di lahan dari titik terjauh sampai titik tinjau (to).
 - c) Waktu konsentrasi (tc).
 - d) Intensitas hujan rencana (I_{tr}) untuk evaluasi dan perencanaan saluran drainase perkotaan dengan periode ulang 1,25, 2 dan 5 tahunan.
 - e) Debit rencana (Qd) untuk menghitung dimensi rencana saluran tersier menggunakan hujan rencana 2 tahunan, sedangkan untuk saluran sekunder menggunakan hujan rencana 5 tahunan. (Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya, 2008).
- 6) Melaksanakan simulasi
 - a) Dengan berbagai skenario hujan rencana, serangkaian perhitungan pada Model analitis yang dibangun, dilakukan untuk mengevaluasi kapasitas tampung komponen sistem drainase kondisi saat ini.
 - b) Menentukan usulan dimensi tiap segmen saluran bila diperlukan, yang dalam kasus wilayah bekas daerah irigasi ini, mengusulkan pelebaran saluran.
- 7) Pengujian efektitivitas fungsi komponen drainase yang diusulkan termasuk tampungan memanjang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Sistem Drainase

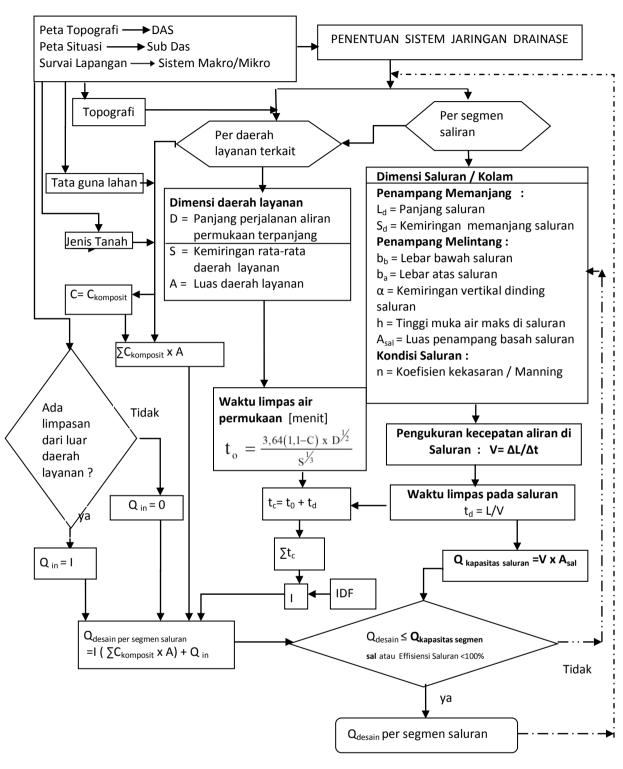
Daerah kawasan Gayungsari merupakan daerah rawan banjir sampai dengan tahun 2010, saat penelitian ini berlangsung. Gambar 3 menunjukkan sebagian besar pemutusan daerah studi dilayani oleh 1 (satu) saluran utama yang disebut Saluran Gayungan, Saluran Gayungan Peternakan dan Saluran Gayungan PTT).

Saluran Drainase Kawasan Gayungsari merupakan salah satu bekas saluran irigasi sekunder yang menginduk pada Kali Kebon Agung sebagai saluran primernya. Bergabung di hilirnya dengan Saluran Gayung Kebonsari dan menerus menjadi saluran-saluran Jemur Andayani, Kutisari XII, Kutisari IV, Kutisari Utara I, Gunung Anyar, Gunung Anyar Jaya, Wiguna timur, Medayu Selatan, Saluran Gunung Anyar Mas dan berakhir di muara Selat Madura.

Sistem drainase kawasan Gayungsari menerima limpahan sebagian air kiriman dari saluran primer Kebonagung, tetapi tidak memiliki outlet yang memadai, karena keterbatasan dimensi saluran dan penutupan bekas pintu air irigasi di hilirnya karena konflik kepentingan. Sehingga dapat dinyatakan bahwa Kawasan Gayungsari merupakan daerah kantung air.

Berdasarkan survei lapangan, berhasil diidentifikasi dua jenis akar permasalahan:

- 1) Permasalahan Eksternal ditemukan beberapa hal krusial yang menyebabkan sulitnya penanggulangan banjir di lokasi adalah:
 - a) Saluran Gayungan tersebut tidak hanya mengalirkan limpasan hujan lokal, tetapi menerima buangan air dari daerah Kebon Agung di hulunya.
 - b) Saluran Gayungsari mengalirkan limpasan ke saluran tepi jalan Gayung Kebon Sari, yang kemudian bergabung dengan Saluran Kebon Agung di hilirnya. Saluran *outlet* ini memiliki keterbatasan, karena disamping dimensinya yang lebih kecil dibanding saluran *outlet* Gayungsari, aliran di Saluran Kebon Agung tidak lancar, akibat adanya pintu air bekas irigasi yang difungsikan untuk melindungi daerah hilirnya, beban *outlet-outlet* kawasan lain di sepanjang aliran sampai menuju laut di hilir Gunung Anyar Mas.
- 2) Beberapa masalah internal kawasan Gayungsari yang ditemui di lokasi adalah:
 - a) Sebagian besar lanskap kawasan Gayungsari, tidak beraturan, sehingga menyebabkan terjadinya genangan setempat. Model analitis tidak dapat menyimulasikan kondisi ini.
 - Adanya dimensi saluran yang lebih kecil dibanding dimensi saluran sebelumnya (bottle neck).
 - Adanya sedimentasi yang cukup besar pada saluran yang dapat mencapai 50% dari tinggi efektif saluran.
 - d) Kurangnya luas badan air dibanding luas lahan terbangun.



Sumber: Widjaya, dkk, 1997

Gambar 2 Proses Perhitungan Debit Rencana dengan Metode Rasional

Skematisasi Sistem Drainase

Gambar 3 berikut ini menunjukkan Peta Pembagian Daerah Layanan, yang digunakan sebagai dasar perhitungan beban layanan aliran untuk masing-masing segmen saluran yang diskematisasikan pada Gambar 4.

Subsistem drainase kawasan Gayungsari dimodelkan menjadi sepuluh segmen saluran tersier saluran F-H, G-H, I-J, K-L, M-N, A-C, B-C, D-E, P-Q, U-V) dan 11 segmen saluran sekunder (saluran H-J, J-L, L-N, N-O, C-E, E-O, O-Q, Q-T, S-T, T-V, V-W).

Hasil Simulasi

Beberapa simulasi dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang masalah dan efektivitas solusi penanggulangan, yang masingmasing skenario memperhitungkan beberapa kemungkinan debit masukan dan keluaran:

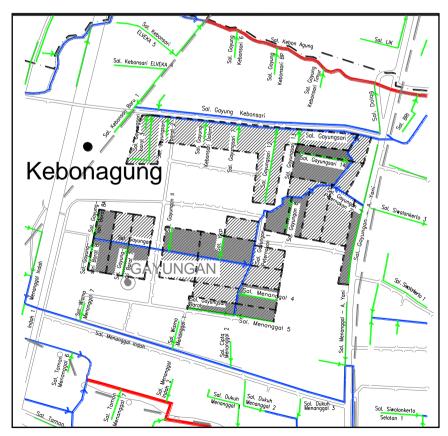
- 1) Simulasi kondisi saat ini, menggunakan Hujan Rencana dengan periode ulang 1,25; 2 dan 5 tahun, untuk memperkirakan kapasitas tampung subsistem drainase.
- 2) Simulasi solusi penanggulangan dengan normalisasi saluran (membersihkan saluran dari sampah, sedimen dan memperlebar saluran), yang selanjutnya disebut Skenario a:

Simulasi Skenario b: Skenario a dan memfungsikan saluran paling hilir sebagai tampungan air memanjang (Long Storage), dengan pertimbangan ketersediaan lahan.

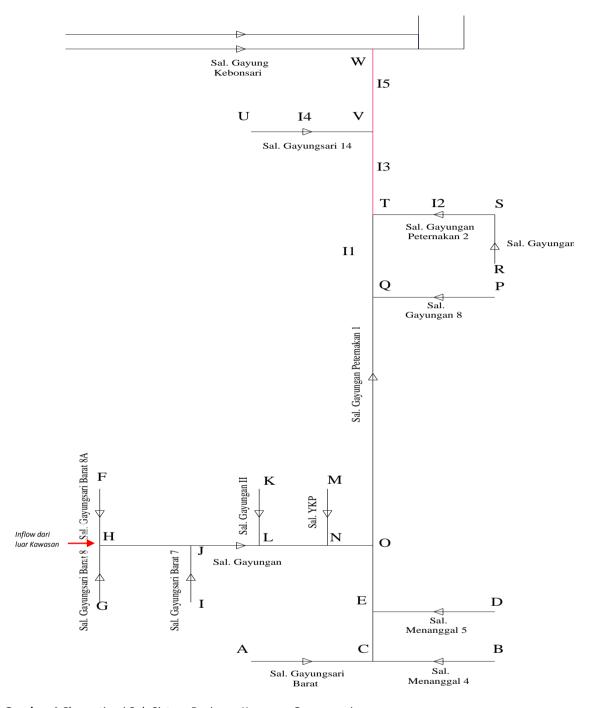
Simulasi Kondisi Saat Ini

Beberapa interpretasi hasil analisis dan evaluasi saluran pada kondisi saat ini, dengan hujan rencana periode ulang 1,25; 2 dan 5 tahun, dapat diungkap sebagai berikut:

- 1) Terkait dengan masalah eksternal:
 - a) Hasil simulasi debit *Inflow* dari luar kawasan dimodelkan bervariasi dari 0,05 sampai 0,1 m³/s, dengan hujan rencana tahunan (*Tr* = 1,25 tahun) menunjukkan bahwa debit *inflow* lebih dari 0,09 m³/s, mengakibatkan melimpasnya saluran V-W di bagian hilir, dan ternyata hal ini diakibatkan dari sifat penyebaran dimensi saluran irigasi, yaitu adanya penyempitan di hilir.
 - b) Semakin besar debit *inflow* eksternal, semakin besar limpasan banjir di Kawasan Gayungsari semakin parah sehingga untuk mengatasi masalah tersebut perlu memperbesar kapasitas buangan akhir (*outlet*), di samping kinerja subsistem internalnya. (Jaraknya Beda)



Gambar 3 Pembagian Daerah Layanan



Gambar 4 Skematisasi Sub Sistem Drainase Kawasan Gayungsari

- c) Untuk memperbaiki kinerja sistem drainase eksternalnya, diperlukan pembenahan/pengaturan distribusi aliran, melalui pengaturan dimensi saluran, operasi pintu air dan pompa-pompa di hilir serta hulu subsistem drainase Gayungsari. Standar Prosedur Operasi tersebut, hendaknya dapat menjamin daya tampung badan air cukup menampung air hujan yang datang.
- 2) Terkait dengan masalah internal kawasan Gayungsari, terungkap bahwa:
 - a) Kapasitas saluran paling hilir (V-W): 1,66 m³/s hanya mampu melayani hujan tahunan (Tr=1,25), dengan mengijinkan adanya debit *inflow* dari external sebesar 0,09 m³/s.
 - b) Kapasitas tampung tersebut perlu ditingkatkan karena tidak mampu menampung Hujan Rencana 2 tahunan

- seperti disyaratkan pada kriteria desain saluran drainase tersier
- Kurangnya kegiatan pemeliharaan saluran, mengakibatkan tebalnya sedimentasi yang mengurangi penampang basah sehingga mengurangi kapasitas saluran internal.
- d) Alih fungsi lahan, yang tidak diiringi dengan penyesuaian kebutuhan prasarana secara sistemik, berdampak pada disfungsi saluran.
 Hal ini nampak pada:
- Adanya penyempitan saluran dari lebar 4,9 meter di hulu menjadi 4,5 meter di hilir, sementara pada segmen saluran daerah terbangun di tengah sistem drainase telah dilebarkan menjadi 6,3 meter
- Kedalaman saluran pun tidak beraturan, di hulu berukuran 1,4 meter, sampai di hilir mencapai 0,6 meter.
- 3) Segmen saluran yang meluap diresumekan pada Tabel 2 berikut:
 - a) Limpasnya saluran tersier, diakibatkan karena banyaknya sedimen dan sampah yang mengurangi kapasitas pengaliran, sehingga dibutuhkan normalisasi (pengerukan dan pembersihan) saluran, inlet dan perbaikan landsekap kawasan Gayungsari, yang mengakibatkan adanya genangan lokal.
 - b) Limpasnya segmen saluran sekunder T-V dan V-W, terjadi karena pemanfaatan saluran irigasi menjadi saluran drainase yang menyempit (bottle neck).

Simulasi Setelah Normalisasi

Untuk menanggulangi masalah banjir, diusulkan pelebaran segmen saluran, mengingat kedalaman saluran tidak dapat diperdalam, karena kendala elevasi muka air di titik *outlet* dan elevasi muka air tanah yang tinggi.

Hasil simulasi distribusi debit rencana 2 dan 5 tahunan setelah saluran dinormalisasi menunjukkan:

- Dengan memperlebar saluran T-V dan VW dari 4,5 masing-masing menjadi 6,5 dan 7 meter, limpasan banjir dapat dieliminasi, bahkan dapat mengizinkan adanya debit *inflow* dari luar kawasan 0,5 m³/s, namun membawa konsekuensi meningkatnya debit *outflow* dari 1,67 menjadi 2,66 m³/s.
- 2) Pelebaran saluran ini membawa konsekuensi pada peningkatan debit di titik *outlet* yang dibatasi oleh kapasitas saluran di titik *outlet* sebesar 2,56 m³/s. Namun dengan pelebaran dimensi inipun debit kiriman masih harus dibatasi maksimal 0,5 m³/s.
- 3) Keterbatasan debit *outflow* sebesar 0,5 dan 0,0 m³/s, menunjukkan diperlukannya dimensi tampungan memanjang (*long storage*) V-W.

Simulasi Tampungan Memanjang

Risiko kurang berfungsinya kondisi batas titik *outlet* sebagai titik pembuangan, dalam perencanaan patut diperhitungkan. Hal ini sangat dimungkinkan terjadi, manakala muka air di titik *outlet* lebih tinggi dari saluran paling hilir (V-W), akibat penyempitan dimensi saluran, penutupan pintu air atau tidak difungsikannya pompa di bagian hilirnya sehingga dibutuhkan tampungan air memanjang (*long storage*) sebagai tempat penyimpanan air sementara.

Keterbatasan kapasitas *outlet* yang dalam kasus ini disimulasikan pada segmen saluran V-W, menggunakan rumus penelusuran aliran (*Routing*), sebagai skenario b.

Mengikuti hasil perhitungan kapasitas tampungan memanjang pada Tabel 3 dan Gambar 5 Grafik hubungan *Inflow, Outflow – Storage* berikut ini, dimensi tampungan memanjang ditentukan berdasarkan selisih maksimum komulatif volume *Inflow* dan *Outflow* yang perlu ditampung, akibat hujan 5 tahunan, dengan waktu konsentrasi selama 2 jam, yaitu sebesar 4.370 m³ dengan dimensi sesuai ketersediaan lahan di lapangan.

Tabel 2 Daftar Segmen Saluran Perlu Direvitalisasi

Nama Simpul	Nama Saluran	Tipe Saluran
I- J	Gayungsari Barat 7	Tersier
K-L	Gayungsari II	Tersier
M-N	YKP	Tersier
U-V	Gayungsari 14	Tersier
T-V	Gayungsari	Sekunder
	Peternakan	
V-W	Gayungan PTT	Sekunder
X-W	Gayungan PTT	Sekunder

Perbandingan Hasil Simulasi

Perbandingan hasil ke- 3 simulasi pada Tabel 4 dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

- 1) Kapasitas saluran drainase saat ini sebesar $10,411 \, \mathrm{m}^3$
- 2) Peningkatan kapasitas saluran drainase sebesar 10 % yang dilakukan dengan normalisasi (pembersihan dan pengerukan sedimentasi dan pelebaran saluran) dapat mengeliminer banjir akibat hujan lokal, namun membawa konsekuensi bahwa debit *outflow* menjadi besar 2,56 m³/s.
- 3) Untuk mengkondisikan *outlet* agar mampu mengalirkan debit air sebesar 2,56 m³/s membutuhkan upaya peningkatan kinerja sistem drainase di hilir ataupun di hulu

- (eksternal) kawasan, seperti normalisasi saluran dan/atau memfungsikan pompa.
- 4) Bila pengkondisian *outlet* tidak memungkinkan, maka perlu memfungsikan saluran V-W sebagai saluran memanjang untuk menambah volume.
- 5) Perbandingan penambahan volume saluran memanjang pada Tabel 4, menggambarkan bahwa dampak tidak berfungsinya sistem

drainase kota/eksternal lebih dominan, dibanding masalah drainase internal. Hal ini terlihat saat titik *outlet* tidak berfungsi, dibutuhkan tambahan volume tampungan memanjang V-W sebesar 80% dari kapasitas saluran saat ini, menjadi 8,297 m³. Nilai ini dapat dianalogikan sebagai besaran banjir yang terjadi, apabila titik *outlet* tidak berfungsi.

Tabel 3 Perhitungan Kapasitas Tampungan Memanjang (Periode Ulang 5 tahunan)

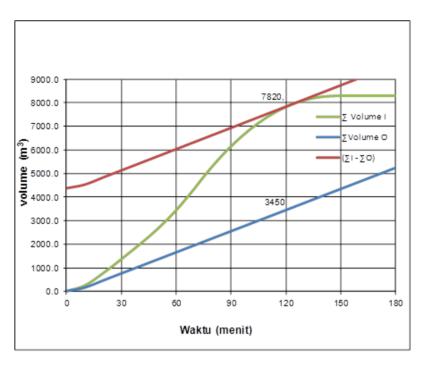
Waktu	I - total	I - total	Waktu	Volume	∑ Volume I	Outflow	average	Volume	∑ Volume O	Selisih Volume
Δt	In	average	Δt	ı		0	Outflow	0		(∑ I - ∑ O)
[menit]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[s]	[m ³]	[m ³]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	0.78	0.39	600	232.71	232.7	0.50	0.25	150.00	150.00	82.71
20	0.95	0.86	600	517.71	750.4	0.50	0.50	300.00	450.00	300.42
30	1.04	0.99	600	595.74	1,346.2	0.50	0.50	300.00	750.00	596.16
40	1.05	1.04	600	626.82	1,973.0	0.50	0.50	300.00	1,050.00	922.98
50	1.18	1.12	600	670.23	2,643.2	0.50	0.50	300.00	1,350.00	1,293.21
60	1.42	1.30	600	779.13	3,422.3	0.50	0.50	300.00	1,650.00	1,772.34
70	1.65	1.53	600	920.79	4,343.1	0.50	0.50	300.00	1,950.00	2,393.13
71.646	1.69	1.67	99	165.14	4,508.3	0.50	0.50	49.38	1,999.38	2,508.89
80	1.50	1.60	501	800.25	5,308.5	0.50	0.50	250.62	2,250.00	3,058.53
90	1.27	1.39	600	832.65	6,141.2	0.50	0.50	300.00	2,550.00	3,591.18
100	1.05	1.16	600	696.15	6,837.3	0.50	0.50	300.00	2,850.00	3,987.33
110	0.82	0.93	600	559.65	7,397.0	0.50	0.50	300.00	3,150.00	4,246.98
120	0.59	0.71	600	423.15	7,820.1	0.50	0.50	300.00	3,450.00	4,370.13
130	0.36	0.48	600	286.65	8,106.8	0.50	0.50	300.00	3,750.00	4,356.78
140	0.14	0.25	600	150.15	8,256.9	0.50	0.50	300.00	4,050.00	4,206.93
150	-	0.07	600	40.95	8,297.9	0.50	0.50	300.00	4,350.00	3,947.88
160	-	-	600	-	8,297.9	0.50	0.50	300.00	4,650.00	3,647.88
170	-	-	600	-	8,297.9	0.50	0.50	300.00	4,950.00	3,347.88
180	-	-	600	-	8,297.9	0.50	0.50	300.00	5,250.00	3,047.88
			Selisih Volume Maksimum yang dibutuhkan :				4,370.13			

Keterangan istilah yang digunakan pada Tabel 3:

I-total atau In: Hidrograf *Inflow* Outflow atau O: Debit *Outlfow* Waktu: Δt: Interval waktu perhitungan

w atau O : Debit *Outlfow* \(\subseteq \text{Volume I : Komulatif Volume *Inflow* \(\subseteq \text{Volume O : Komulatif Volume *Outflow* \)

76



Gambar 5 Grafik Hubungan *Inflow-Outlow-Storage* Tampungan Memanjang V-W

Tabel 4 Perbandingan Hasil Simulasi Usulan Penanggulangan (Q₅)

Parameter	Kondisi Saat ini	Alternatif Solusi Penanggulangan			
		Skenario a : Normali- sasi	Skenario b: No Tampungan		
Outflow Eksternal [m³/s]	> 2,56	2,56	0,5	0	
<i>Inflow</i> Eksternal [m ³ /s]	0,5	0,5	0,5		
Volume Tampungan Memanjang [m³]	0,0	0,0	4.370,0	8.297,0	
Kapasitas Saluran [m³]	10,411	11,306	11.179,2	11.179,2	
Efisiensi Saluran (Rata-rata – Maksimum) [%]	67 - 157	50 - 95	50 - 95		
Jumlah Saluran Limpas	10	-	-		

KESIMPULAN

Konversi langsung sistem irigasi menjadi sistem drainase kota menjadi akar permasalahan banjir yang paling mendasar pada kawasan Gayungsari. Survei lapangan maupun simulasi model matematik analitis membuktikan bahwa pola distribusi, dimensi dan beda tinggi dasar

saluran serta beda tinggi muka air, menjadikan disfungsinya saluran drainase.

Dampak alih fungsi lahan irigasi terhadap kinerja sistem drainase yang ditemukan di kawasan permukiman Gayungsari yaitu 1) Sebagian besar landsekap asli kawasan Gayungsari lebih rendah dari bibir saluran, sehingga menyulitkan aliran permukaan masuk ke saluran yang mengakibat terjadinya genangan

local; 2) Adanya dimensi saluran di hilir lebih kecil daripada dimensi saluran di hulunya dan penutupan pintu air akibat konflik kepentingan berbagai pihak, mengakibatkan terjadinya kemacetan (bottle neck), karenanya saluran drainase bekas saluran irigasi mengalami disfungsi terhadap fungsi seharusnya; 3) Keberadaan saluran drainase sekunder yang masuk dan keluar melalui kawasan permukiman mengakibatkan adanya kiriman aliran dari luar kawasan yang iumlahnya melebihi kapasitas saluran drainase intern kawasan, dan pembuangan/outlet drainase kawasan yang melewati kawasan lain di hilirnya, menjadi sumber konflik; 4) Posisi elevasi muka air saluran sekunder vang selalu mengakibatkan kondisi batas di titik *outlet* menjadi penghambat pembuangan air, dan tidak adanya ruang untuk menampung air hujan.

Kondisi ini membuat aliran drainase internal kawasan berputar-putar, sehingga aliran air meluap ke jalan dan rumah-rumah di sekitarnya.

Permasalahan ini merupakan masalah tipikal untuk drainase kota tepi pantai, sehingga untuk mengantisipasi meluasnya banjir di beberapa daerah di Surabaya ataupun di kota-kota lainnya, perlu dilakukan evaluasi/revitalisasi sistem drainase pada skala meso maupun mikro, disejajarkan dengan tahapan pembangunan wilayahnya.

Beberapa cara merevitalisasi drainase kawasan bekas irigasi adalah pada skala kota (Meso) vaitu 1) meminimalisasi debit kiriman air dari hulu terutama bila melebihi kapasitas saluran drainase internal kawasan, dengan menata ulang pembagian daerah layanan drainase kota pada skala meso, dalam hal ini bagaimana mendistribusikan debit kiriman dari kawasan hulu Saluran Kebon Agung; 2) memperbesar kapasitas buangan akhir saluran tepi jalan Gayung Kebon Sari, yang dalam pemodelan dinyatakan sebagai titik outlet, dengan cara menormalisasi saluransaluran dan meningkatkan fungsi pompa-pompa agar muka air di titik outlet tidak menjadi penghalang dan memperlancar aliran Saluran Kebon Agung sampai mencapai muara Selat Madura di hilir saluran Gunung Anyar Mas. Hal ini seharusnya dilakukan pada saat sebelum hujan turun, untuk menyiapkan tampungan air hujan. Ide tersebut di atas, perlu dirancang dan direncanakan menjadi suatu Standar Prosedur Operasi Sistem Drainase Kota secara terintegrasi. Sedangkan pada skala kawasan (mikro) yaitu 1) membersihkan sampah dan sedimen pada saluran-saluran sehingga fungsi saluran dapat berjalan dengan baik; 2) memperlebar saluran, khususnya di saluran yang terjadi bottle neck, sekaligus difungsikan sebagai tampungan air (long storage). Untuk Kawasan Gayungsari disarankan agar dilakukan pelebaran saluran paling hilir, yaitu segmen T-V dan V-W.dari 4,5 m masing-masing menjadi 6,5 dan 7 m; 3) untuk memperkecil resiko buruknya kondisi batas, saluran memanjang (*long storage*), perlu dibuat dengan volume 4.370, m³, 4) menata landsekap kawasan, mengarahkan dan memperlancar aliran di lahan, untuk mengeliminasi adanya genangan lokal.

Solusi yang diusulkan di atas mengikuti prinsip keseimbangan aliran masuk dan keluar. atau prinsip delta Q zero menurut Cahyadi, R (2008) dalam konsep sistem polder. Solusi ini di atas kertas terbukti dapat mengeliminasi luapan banjir di Kawasan Permukiman Gayungsari, termasuk juga beberapa tempat di Jakarta, tetapi mempunyai konsekuensi harus dilakukan penataan ulang pembagian daerah layanan pada skala makro dan meso kota untuk menghasilkan kompartemen polder tertata secara proporsional. Sedangkan alternatif penerapan sumur resapan di daerah kawasan Gayungsari ini, tidak diusulkan karena muka air tanah di kawasan bekas sawah, sangat dangkal.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyadi,R. 2008. Banjir dan cara pandang kita tentang drainase, http://robbicahyadi. wordpress.com/2008/12/04/banjir-dan-cara-pandang-kita-tentang-drainase/dunduh November 29, 2010.
- Liong, S.Y. 1991. Intruduction to urban hydrology,
 Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik
 Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Sartono, A. 2009. Sadar /tidak sadar pada fungsi drainase, http://www.tembi.net/ diunduh April 10, 2011
- Singh, V.P. 1988. Hydrologic Systems, Volume 1 Rainfall-Runoff Modeling, Printice Hall Eagle Wood Cliffs, New Jersey: 126
- Widjaya, M.W., Yanti,H., Deni, dan Sosro. 1997.
 Pengelolaan berkelanjutan Drainase
 Perkotaan, Puslitbang Sumber Daya Air,
 Bandung.
- Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya.

 2008. Evaluasi pelaksanaan pembangunan
 Surabaya drainage master plan (SDMP)
 2018 Kota Surabaya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan dan ucapan terima kasih, penulis sampaikan kepada Saudara Aditomo Surya S.Y dan Lysa Dora Ayu yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.