STUDI PEGENDALIAN BANJIR DI KECAMATAN KEPANJEN DENGAN SUMUR RESAPAN

Rizka Aditya Rachman[1], Suhardjono[2], Pitojo Tri Juwono[2]
[1]Mahasiswa Magister Sumber Daya Air, Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, Indonesia; rizka_aditya_r@yahoo.co.id
[2]Pengajar, Program Studi Magister Sumber Daya Air, Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, Indonesiaa

Abstrak: Studi dilakukan di Wilayah DPS Drainase Kali Metro pada Kecamatan Kepanjen. Hasil studi menunjukkan besarnya debit rencana sistem Sub DAS 39 dan Sub DAS 42 DAS Kali Metro untuk kala ulang lima tahun masing-masing sebesar 0.0921 m^3/dt dan 0.0628 m^3/dt. Terdapat 19 saluran yang tidak mampu menampung debit rencana pada sub DAS 39 dan 14 saluran pada sub DAS 42. Beberapa penyebab terjadinya saluran yang tidak mampu menampung debit rencana yaitu kurang terawat dan terdapatnya sampah pada saluran drainase. Upaya penanganan pada beberapa saluran yang tidak mampu menampung debit rencana yaitu dengan mendesain ulang dimensi saluran dan merencanakan Sumur resapan dengan bentuk lingkaran dengan diameter 1 m dan kedalaman 3 meter 619 buah. Selain penanganan tersebut dilakukan pula rekomendasi penanganan secara menyeluruh mengenai kebijakan-kebijakan pemerintah daerah yang melibatkan masyarakat setempat dan mengarah kepada pemberdayaan masyarakat dalam memelihara saluran drainase, pembangunan sumur resapan pada setiap rumah, serta izin dalam pendirian bangunan.

Kata Kunci: Sistem Drainasi, Genangan, Sumur resapan

Abstract: *The result of the study show the big of the planning debit system SUB 39 and SUB for the five years period each big are 0.0921 m^3/second and 0.068 m^3/second. They found 19 drainage those cannot intercept planning debit at SUB 39 and 14 Drainage at SUB 42. Some cause of accident that cannot intercept the planning debit is that the lack of maintenance and getting many kind of rubbish at the drainage canal. The efforts to handle the drainage that are able to intercept planning debit by making new design the canal dimension and planning individual infiltration well.the form of infiltration well was circle with a diameter 1 m and a depth 3 m by 619 pieces off all infiltration well. Beside handling the design also making the handling recommendation totally about the government wisdoms at that region which should taking part of region societies and resembling to the using societies efficiently in keeping the canal of drainage, developing the well absorption at every home also getting permit in standing building.*

Keyword: *Dainage System, Flood, Infiltration well*

Berkembangnya kawasan perkotaan, selalu diikuti dengan berkurangnya daerah resapan air hujan. Hal ini, akibat dari berubahnya kawasan yang sebelumnya dapat meresapkan sebagian dari limpasan air hujan, (seperti persawahan, lapangan berumput), menjadi lahan dengan lapisan perkerasan (jalan, perumahan, pertokoan). Disamping itu, banyak kawasan rendah yang semula berfungsi sebagai tempat parkir air dan bantaran sungai, berubah fungsi menjadi tempat hunian, pertokoan dan lain-lain.(Suhardjono, 2013)

Oleh karena itu perlu direncanakan suatu sistem untuk mengatasi genangan air yang terjadi, yaitu dengan membuat sistem drainasi yang sesuai. Sedangkan konsep perencanaan drainasi yang ada saat ini seringkali bertentangan dengan konsep pelestarian lingkungan hidup karena berfilosofi bahwa kawasan harus secepatnya bebas dari genangan air. Dengan menariknya ke sistem jaringan dan mengalirkan ke sungai yang selanjutnya ke laut.

Beberapa penanganan drainase seperti normalisasi sungai dan saluran atau perbaikan dan penam-

bahan saluran hanya dapat menanggulangi permasalahan genangan untuk jangka pendek. Untuk itu, diperlukan upaya penanganan yang tidak hanya memecahkan permasalahan drainase dalam jangka pendek, tetapi juga dapat menangani permasalahan drainase secara terintegrasi. Perencanaan drainase perlu memperhatikan fungsi drainase yang dilandaskan pada konsep pembangunan yang berwawasan lingkungan. Atau konsep drainase ramah lingkungan yang biasa dikenal pula dengan sebutan konsep ekodrainase.

Konsep ini berkaitan dengan usaha konservasi sumber daya air. Prinsipnya adalah mengendalikan air hujan supaya dapat meresap ke dalam tanah dan tidak banyak terbuang sebagai aliran permukaan. Prinsip drainase di kawasan perkotaan yang bertujuan untuk mengalirkan limpasan air hujan (*run-off*) secepat-cepatnya, saat ini telah diganti dengan pendekatan baru. Yang disebut sebagai sitem drainase berwawasan lingkungan. Yaitu, sistem drainase perkotaan yang berfungsi mengendalikan kelebihan air permukaan, dengan lebih banyak, mengupayakan air limpasan meresap kedalam tanah (Suhardjono, 2013).

Dalam studi ini masalah-masalah yang dihadapi adalah sebagai berikut: (a) Meningkatnya nilai koefisien limpasan permukaan (*run-off*) akibat berkurangnya media peresapan air; (b) Keadaan sistem jaringan drainasi yang sudah ada (jaringan drainasi eksisting) tidak memadai; (c) Belum adanya usaha perbaikan yang dilakukan baik oleh penduduk setempat maupun oleh instansi yang terkait.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka untuk mencegah terjadinya genangan air yang mengganggu kehidupan manusia serta membuang air yang tidak terserap ke dalam tanah di Kecamatan Kepanjen dibutuhkan penanganan yang lebih baik.

Untuk mengatasi masalah genangan, digunakan beberapa alternatif dengan metode drainasi berwawasan lingkungan pada daerah lokasi studi dan juga mengadakan perbaikan saluran drainasi dengan cara mengubah dimensi saluran drainasi dan merencanakan sistem drainasi yang dapat menampung debit air hujan.

Sistem drainasi yang ada di Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang pada saat ini umumnya masih menggunakan sistem drainasi konvensional, artinya air hujan dan air limbah penduduk ditampung oleh saluran drainasi yang selanjutnya dibuang ke sungai.

METODOLOGI PENELITIAN

Secara administasi Kecamatan Kepanjen berada pada Propinsi Jawa Timur tepatnya di Kabupaten Malang. Secara Geografis Kecamatan Kepanjen terletak pada $112^0$43’30'' – $112^0$50’00'' Bujur Timur dan $8^0$15’00'' – $8^0$22’30'' Lintang Selatan.

Pengumpulan data

Data-data yang digunakan untuk kajian ini adalah sebagai berikut: (1) Data Primer; (a) Pengamatan lokasi genangan; (b) Pengukuran dimensi saluran yang ada dan memperhatikan tata letak serta arah aliran; (2) Data Sekunder; (a) Kebijakan pengembangan wilayah, perkembangan kota; (b) Data curah hujan harian; (c) Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) dan jaringan sungai Metro; (d) Data pola sistem jaringan drainase dan peta lay out; (e) Data monografi/kependudukan; (f) Peta topografi/kontur; (g) Peta penggunaan lahan.

Metodologi

a. Curah hujan rerata daerah.

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah/daerah dan dinyatakan dalam mm.

Adapun berbagai cara untuk menghitung tinggi curah hujan rata-rata, Terdapat tiga cara yang digunakan untuk menghitung curah hujan daerah, yaitu (Suhardjono, 2013): (1) Cara rata-rata Aljabar; (2) Cara *poligon Thiessen*; (3) Cara garis-garis *Isohyet*.

Dengan memperhatikan stasiun hujan yang tersebar di daerah tersebut, maka digunakan cara rata-rata Aljabar. Cara ini cocok untuk kawasan dengan topografi rata atau datar, alat penakar tersebar merata/hampir merata, harga individual curah hujan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratanya. Adapun cara perhitungannya adalah menggunakan rumus sebagai berikut (Suripin, 2004):

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + ... + P_n}{n}$$

Dengan P_1, P_2, …P_n merupakan curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan 1, 2, …n dan n adalah banyaknya pos penakar hujan.

b. Curah hujan rancangan metode *Log Pearson Type III*

Perhitungan curah hujan rancangan dalam kajian ini menggunakan metode *Log Pearson Type III*, dengan persamaan sebagai berikut (Soewarno, 1995):

$$LogX = \overline{LogX} + k(\overline{SLogX})$$

dengan:

Log X = nilai logaritma curah hujan rencana

$\overline{LogX}$ = nilai rata-rata logaritma dari curah hujan maksimum tahunan

$(\overline{SLogX})$ = nilai deviasi standar dari Log X

k = karakteristik dari distribusi *Log Pearson Type III*

c. Uji kesesuaian distribusi frekuensi.

Pemeriksanaan uji kesesuaian dapat dilakukan dengan uji *Chi Square* dan uji *Smirnov Kolmogorov* (Soewarno, 1995).

d. Debit akibat hujan

Debit akibat hujan untuk drainasie perkotaan, umumnya dihitung dengan rumus rasional. Dalam perkembangannya, rumus rasional dimodifikasi oleh beberapa peneliti, antara lain *Melchior*, *Der Wedulen*, dan *Hasper* (Suhardjono, 2013:73).

Metode perhitungan debit memakai cara rasional berfungsi untuk menghitung debit banjir rancangan drainase, yang berupa debit puncak banjir, jadi termasuk banjir rancangan non hidrograf. Rumus rasional yang telah dimodifikasi dengan memasukkan koefisien penampungan, adalah sebagai berikut (Suhardjono, 2013):

Q = 0.278 . Cs . C . I . A

dengan:

Q = debit limpasan (m^3/dtk)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas hujan selama waktu tiba banjir (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km^2)

Cs = koefisien hambatan akibat tampungan

0,278 = faktor konversi

e. Koefisien pengaliran

Koefisien pengaliran adalah perbandingan antara jumlah air yang mengalir di permukaan akibat hujan (limpasan) dengan jumlah curah hujan yang turun di daerah tersebut. Besarnya koefisien pengaliran selalu kurang dari satu. Hal ini karena air hujan tidak semuanya melimpas, selalu ada yang tertahan dalam kawasan, masuk ke dalam tanah, menguap dan lain-lain. Besarnya koefisien limpasan (C) untuk rancangan drainase perkotaan adalah sebagai berikut (Suhardjono, 2013):

$$C_{Tertimbang} = \sum_{i=1}^{n} \frac{A_i \cdot C_i}{A_i}$$

f. Intensitas hujan

Intensitas hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan (mm/jam) tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu durasi waktu, di saat air hujan terkonsentrasi. Salah satu rumus umum untuk menghitung adalah rumus *Mononobe*. Rumus inilah yang sering dipakai dalam kawasan perkotaan (Suhardjono, 2013):

$$I = \frac{R24}{24}\left(\frac{24}{Tc}\right)^{2/3}$$

dengan:

I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

R_{24} = curah hujan maksimum harian dalam 24 jam

T_c = waktu konsentrasi (jam)

g. Waktu konsentrasi

Waktu konsentrasi atau waktu tiba banjir adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir dari suatu titik yang paling jauh ke suatu titik tinjau tertentu (misalnya titik di muara drainase) pada suatu daerah pengaliran (Suhardjono, 2013)

$T_c = t_o + t_d$

dengan:

t_o = waktu limpasan permukaan (menit).

t_d = lama pengaliran dalam saluran (menit)

T_c = waktu konsentrasi (menit)

h. Waktu limpasan di permukaan

Waktu limpasan permukaan adalah waktu yang dibutuhkan untuk melimpaskan air hujan dari titik terjauh menuju saluran terdekat, sering juga disebut sebagai *inlet time*, *overflow time* (t_o) dalam satuan menit. Rumus untuk menghitung t_o adalah:

$$t_o = \left(\frac{2}{3}.3{,}28.L_o\frac{n_d}{\sqrt{s}}\right)^{0{,}167}$$

dengan:

t_o = waktu limpasan permukaan (menit).

n_d = koefisien hambatan

S = kemiringan daerah pengaliran

L_o = panjang daerah pengaliran (m)

Koefisien hambatan besarnya tergantung pada kondisi permukaan dan tata guna lahan (Suhardjono, 2013)

i. Waktu aliran dalam saluran

Waktu aliran adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan air di dalam saluran, dari satu titik masuknya air limpasan ke titik tinjau. Besarnya waktu alir menurut SNI tentang Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan: 1994, adalah:

$$t_d = \frac{Ls}{60.Vsal}$$

dengan:

t_d = waktu limpasan aliran (menit).
L_s = panjang saluran (m)
v_{sal} = kecepatan aliran (m/dt)

Kecepatan air di saluran tergantung pada bahan pembuatan saluran.

j. Debit air kotor

Debit air kotor adalah air hasil aktifitas manusia berupa air buangan rumah tangga, dalam perhitungan air kotor diprediksi berdasarkan kebutuhan air bersih di daerah studi dan perkiraan besarnya air buangan sebesar 85% dari kebutuhan air minum (Suhardjono, 2013). Kebutuhan air bersih secara umum diperkirakan sebesar 90 lt/hr/orang untuk kategori kota semi urban (Dirjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, 2006).

Untuk jumlah penduduk sebesar (Pn), maka air kotor yang dibuang setiap km^2 dapat dihitung sebagai berikut:

Qk = (Pn.q)/A

Maka debit air kotor untuk masing-masing saluran drainase dihitung sebagai berikut:

Qki = Qk x Ai

dengan:

Qk = debit air kotor rata-rata (lt/dt/km^2)
Pn = jumlah penduduk
q = debit air buangan (lt/dt/orang)
A = luas total wilayah (km^2)
Qki = debit air kotor per saluran (lt/dt)
Ai = luas tiap daerah pengaliran (km^2)

k. Pertumbuhan penduduk

Pertumbuhan penduduk diperlukan untuk memprediksi jumlah air buangan, dengan menggunakan geometrik.

Pn = Po(1+r)n

$$r = \sqrt[m]{P_m / P_o}$$

dengan:

Pn = jumlah penduduk tahun ke n
Po = jumlah penduduk saat ini
n = jangka waktu dalam tahun
m = banyaknya data
Pm = populasi data penduduk tahun terakhir

l. Debit banjir rencana

Debit rencana adalah penjumlahan dari debit rancangan air kotor dan air hujan. Berdasarkan data-data dan proses perhitungan maka diketahui debit air hujan (Qh) dan debit air kotor (Qk) sehingga debit rencana:

Qr = Qh + Qk

Untuk mengetahui kemampuan kapasitas saluran drainase terhadap debit rencana maka digunakan rumus:

Q = Qs - Qr

dengan:

Qs = debit saluran (m^3/det)
Qr = debit rencana/debit air hujan dan debit air kotor (m^3/det)

m. Debit saluran

Analisa kapasitas saluran drainase dilakukan untuk mengetahui kemampuan saluran drainase yang ada terhadap debit rencana hasil perhitungan. Apabila kapasitas saluran drainase lebih besar dari debit rencana maka saluran tersebut masih layak dan tidak terjadi luapan air.

Untuk merencanakan dimensi penampang pada saluran drainase digunakan rumus aliran seragam. Bentuk penampang saluran drainase dapat merupakan saluran terbuka maupun saluran tertutup tergantung kondisi daerahnya. Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus *Manning*, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sederhana tetapi memberikan hasil yang memuaskan (Chow, 1997).

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

$Q = A.V = A.1/n.\ R^{2/3}.S^{1/2}$

Dengan:

Q = debit saluran (m^3/det)
V = kecepatan aliran (m/det)
A = luas penampang basah (m^2)
n = angka kekasaran saluran (m)
R = jari-jari hidrolis saluran (m)
S = kemiringan dasar saluran.

Evaluasi saluran adalah untuk mengetahui seberapa besar debit yang dapat ditampung saluran dengan kondisi yang ada saat ini. Besarnya dimensi saluran dipengaruhi banyaknya air yang akan dibuang, kekasaran bahan konstruksinya, kecepatan aliran serta kemiringannya. Bila tidak memenuhi kriteria yang dimaksud maka dimensi saluran direncanakan kembali, agar mampu melewatkan debit rencana.

n. Sistem drainase berwawasan ligkungan

Berdasarkan pengertian konservasi air yaitu upaya untuk memasukkan air ke dalam tanah dalam rangka pengisian air tanah, baik secara alami (*natural recharge*) atau secara buatan (*artificial recharge*), maka tujuan konservasi air adalah mencari besarnya laju infiltrasi pada suatu daerah dalam rangka pengisian airtanah. Apabila kegiatan konservasi air berjalan dengan baik, maka limpasan permukaan atau genangan air sedikit sekali terjadi.

Oleh karena itu, dalam perencanaan sistem drainase berbasis konservasi air yaitu dengan cara menggunakan desain imbuhan buatan (*artificial recharge*) pada prasarana sistem jaringan dainase dapat berupa sumur resapan pada tiap-tiap rumah penduduk.

o. Pengertian sumur resapan

Sumur resapan adalah bangunan yang dibuat sedemikian rupa sehingga menyerupai bentuk sumur gali dengan kedalaman tertentu yang berfungsi sebagai tempat menampung air hujan yang jatuh di atas atap rumah atau daerah kedap air dan meresapkannya ke dalam tanah (Suhardjono. 2013). Secara sederhana sumur resapan diartikan sebagai sumur gali yang berbentuk lingkaran atau segi empat dengan kedalaman tertentu. Sumur resapan berfungsi untuk menampung dan meresapkan air hujan yang jatuh di atas permukaan tanah baik melalui atap bangunan, jalan dan halaman. Sumur resapan berfungsi untuk: (1) Mengurangi aliran permukaan sehingga dapat mencegah atau mengurangi terjadinya banjir dan genangan air; (2) Mempertahankan dan meningkatkan tinggi permukaan air tanah; (3) Mengurangi erosi dan sedimentasi; (4) Mencegah penurunan tanah (*Land Subsidance)*; (5) Mengurangi konsentrasi pencemaran air tanah.

Sumur resapan merupakan alternatif pilihan dalam mengatasi banjir dan menurunnya permukaan air tanah pada kawasan perumahan, karena (1) Pembuatan konstruksi sumur resapan tidak memerlukan biaya besar; (2) Tidak memerlukan lahan yang luas; (3) Bentuk konstruksi sumur resapan mudah dan sederhana.

Nilai permeabilitas tanah yang cocok diterapkan sumur resapan berkisar antara 2–12 cm/jam (Suripin, 2004). Sementara itu, studi dari Ayu Wahyuningtyas dkk (2011), beberapa daerah di Malang memiliki nilai permeabilitas sebesar 0,0035 m/dt yang setara dengan 12,6 m/jam atau 21 cm/menit, sehingga dapat disimpulkan bahwa dibeberapa bagian Malang dapat diterapkan sumur resapan. (Suhardjono, 2013)

Gambar 1. Sumur Resapan pada Jl. Mayjen Panjaitan Malang.

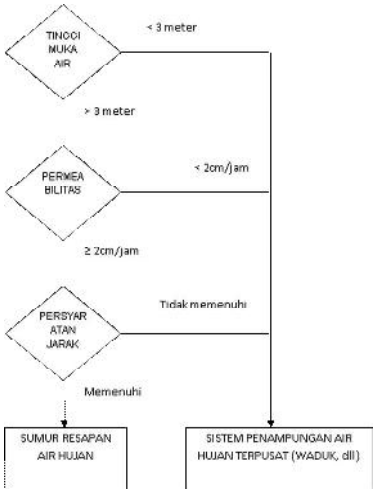
p. Persyaratan teknis sumur resapan

Menurut buku "Panduan dan Petunjuk Paktis Pengelolaan Drainase Perkotaan, Kementerian Pekerjaan Umum". Persyaratan umum yang diberikan untuk sumur resapan adalah (1) Sumur resapan air hujan dibuat pada lahan yang lulus air (*porous*) dan tahan longsor; (2) Sumur resapan air hujan bebas dari kontaminasi atau pencemaran limbah; (3) Air yang masuk ke dalam sumur resapan adalah air hujan; (4) Permeabilitas tanah yang dapat digunakan untuk sumur resapan minimal 2,0 cmn/jam; (5) Tinggi muka air tanah cukup rendah (kontur air tanahnya dalam) (>3 meter); (6) Penempatan atau jarak minimum sumur resapan ai hujan dari bangunan lain adalah sebagai berikut: (a) Jarak terhadap tangki septik: 2 meter; (b) Jarak terhadap resapan tangki septik, saluran air limbah, pembuangan sampah: 5 meter; (c) Jarak terhadap sumur resapan air hujan/sumur air bersih: 2 meter.

q. Perhitungan sumur resapan

Secara teoritis, volume dan efisiensi sumur resapan dapat dihitung berdasarkan keseimbangan air yang masuk ke dalam sumur dan air yang meresap ke dalam tanah dan dapat dituliskan sebagai berikut

Perhitungan sumur resapan air hujan sesuai dengan SNI No. 03-2453-2002, terbagi atas:



Gambar 2. Persyaratan Umum Sumur Resapan Air Hujan.

Volume andil banjir akan dilimpaskan ke sumur resapan air hujan. Rumus yang digunakan:

$V_{ab} = 0{,}855.C_{tadah.}A_{tadah}.R$

dimana:

V_{ab} = Volume banjir yang akan ditampung sumur resapan (m^3)

A_{tadah} = Luas bidang tanah (m^2)

C_{tadah} = Koefisien limpasan dari bidang tadah (tanpa satuan)

R = Tinggi hujan harian rata-rata

Volume air hujan yang meresap digunakan rumus:

$V_{rsp} = T_e /24\ A_{total}\ .\ K$

dimana:

V_{rsp} = Volume air hujan yang meresap

T_e = Durasi hujan efektif (jam) = $0.9.R^{0.092}/60$ (jam)

A_{total} = Luas dinding sumur +Luas alas sumur (m^2)

K = Koefisien permeabilitas tanah

r. Analisa biaya

Dalam kaitannya dengan kelayakan pembiayaan nantinya akan digunakan metode perhitungan rencana anggaran biaya sebagai bahan masukan maupun bahan pertimbangan untuk instansi pemerintah dalam pengambilan kebijakan serta pengerjaan konstruksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan identifikasi lokasi studi, sistem drainase terdiri dari sistem drainase yang beroutlet di Sungai Metro. Sehingga difokuskan lokasi penelitian pada sub das 39 dan sub das 42 pada das Metro dengan Lokasi genangan yang terjadi terdapat di Jl. Panglima Sudirman, Jl. Ahmad Yani, Jl. Pande, Jl. Efendi, Jl. Anjasmoro, Jl. Kawi, Jl Sumedang, Jl. Anggrek, Jl. Regulo.

Curah hujan daerah

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rencana pemanfaatan air dan rencana pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Dalam kajian ini menggunakan data hujan selama 10 tahun dari 3 stasiun hujan yaitu Sta. Blambangan, Sta Kepanjen cab.dinas, Sta Karangsuko dari tahun 2003-2012

Tabel 1. Curah hujan daerah maksimum.

Tahun	Curah Hujan Maksimum
2005	61.33
2009	64.33
2006	67.33
2010	73.67
2008	85.00
2012	94.00
2004	102.33
2007	116.33
2011	125.33
2003	158.67

Sumber: Hasil analisa

Curah hujan rancangan

Metode yang digunakan dalam kajian ini adalah *Log Pearson Type III.*

Tabel 2. Curah Hujan Rancangan.

Periode Ulang	K(T,Cs)	Log Curah Hujan Rencana (mm)	Curah Hujan Rencana (mm)
[1]	[2]	[3]	[4]
2	-0.068	1.95	88.60
5	0.815	2.07	117.19
10	1.318	2.14	137.43
25	1.884	2.22	164.42

Sumber: Hasil analisa

Uji kesesuaian distribusi frekwensi

Ada dua uji yang bisa dilakukan dalam hal ini yaitu uji *Smirnov Kolmogorov* atau uji *Chi Square*

Tabel 3. Uji *Smirnov Kolmogorov*.

α	Δkritis	Δmax	Ket
0.2	0.32	0.103	diterima
0.1	0.37	0.103	diterima
0.05	0.41	0.103	diterima
0.01	0.49	0.103	diterima

Sumber: Hasil analisa

Tabel 4. Uji *Chi Square*.

No.	Pr	Batas Kelas	Oi	Ei	$(Oi-Ei)^2/Ei$
[1]	[2]				
1	75	X < 71.992	3	2.5	0.1
2	50	71.992 < X < 88.603	2	2.5	0.1
3	25	88.603 < X < 111.857	2	2.5	0.1
4		X - 111.857	3	2.5	0.1
		Jumlah	**10**	**10**	**0.4**

Sumber: Hasil analisa

Koefisien pengaliran

Karena suatu daerah terdiri dari bermacam-macam penggunaan lahan dengan koefisien aliran permukaan yang berbeda, maka koefisien pengaliran yang dipakai koefisien rerata daerah (Suhardjono, 2013).

Tabel 5. Koefisien pengaliran sub das 39.

No	Tata Guna Lahan			Luas total (m2)		Nilai C
1	Pemukiman	85%	Bangunan	1476000	1254600	0.7
		15%	Halaman		221400	0.3
2	Jalan	90%	Badan Jalan	580000	522000	0.9
		10%	Bahu jalan		58000	0.2
3	Perkebunan			581000		0.2
4	Persawahan			4432000		0.2
Total				7069000		

Sumber: Hasil analisa

Tabel 6. Koefisien pengaliran sub das 42.

No	Tata Guna Lahan			Luas total (m2)		Nilai C
1	Pemukiman	85%	Bangunan	1096000	931600	0.7
		15%	Halaman		164400	0.3
2	Jalan	90%	Badan Jalan	360000	324000	0.9
		10%	Bahu jalan		36000	0.2
4	Persawahan			584000		0.2
Total				2040000		

Sumber: Hasil analisa

Didapatkan C = 0.343 untuk sub das 39 dan C = 0.547 untuk sub das 42.

Waktu konsentrasi (T_c)

Menghitung waktu konsentrasi atau waktu tiba banjir adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir dari suatu titik yang paling jauh ke suatu titik tinjau tertentu. Dari hasil perhitungan didapatkn waktu konsentrasi paling cepat adalah 4.670 jam terdapat pada sub das 42 khususnya sal.AY 9 Jl. Ahmad Yani adapun pada sub das 39 adalah 6.591 jam terdapat pada sal Sdo 5 Jl. Sido Utomo.

Intensitas hujan

Untuk menentukan intensitas hujan pada metode rasional modifikasi, dipakai rumus *Mononobe*. Dengan kala ulang hujan rencanagan yang diapakai adalah 5 tahun. Diapatkan intensitas hujan rata-rata pada sub das 39 adalah 8,2974 mm/jam dan untuk sub das 42 adalah 9.496 mm/jam.

Koefisien tampungan (Cs)

Untuk keperluan praktis, pada umumnya, besar koefisien retensi (Cs) pada daerah perkotaan ditetapkan sebesar 0,80 (Suhardjono, 2013). Dalam kajian ini perhitungan koefisien tampungan dilakukan dengan hubungan antara waktu konsentrasi (Tc) dengan lama pengaliran dalam saluran (t_d). Dari hasil perhitungan didapatkan koefisien tampungan (Cs) berkisar antara 0.993-0.999 untuk tiap-tiap saluran.

Perhitungan debit akibat hujan

Penentuan debit akibat hujan. Rumus yang digunakan berdasarkan rumus rasional modifikasi Q = 0.278.Cs.C.I.A. Sehingga didapatkan debit limpasan permukaan terbesar pada saluran primer SA 6 di desa Dilem sebesar 0.0921 m^3/dt dan pada saluran LW 1 Jl. Lawu sebesar 0.068 m^3/dt. Untuk selanjutnya hasil perhitungan ini digunakan dalam penentuan debit banjir rancangan.

Perhitungan debit air kotor

Dalam perhitungan debit kotor, jumlah penduduk akan diproyeksikan selama 10 tahun ke depan, yakni sampai dengan 2022. Dari hasil peritungan didapatkan rata-rata debit air kotor untuk sub das 39 adalah sebesar 0.00342 m^3/dt dan untuk sub das 42 adalah sebesar 0.01002 m^3/dt. Untuk selanjutnya hasil perhitungan ini digunakan dalam penentuan debit banjir rancangan dengan menjumlahkan debit air kotor dengan debit limpasan hujan untuk tiap-tiap saluran drainase.

Debit banjir rancangan

Besarnya nilai debit banjir rancangan ditentukan dengan menjumlahkan besarnya debit limpasan permukaan dengan debit air kotor. Untuk menghitung kapasitas debit yang harus dibuang pada tiap saluran, maka perhitungan yang digunakan adalah debit rencana sistem. Debit rencana sistem merupakan akumulasi debit banjir rancangan yang berada di hulu saluran ditambah dengan debit pada saluran drainase tersebut. Wilayah Sub DAS Drainase 39 dan Sub DAS Drainase 42 menggunakan periode ulang 5 tahun berdasarkan kategori kota.

Evaluasi kapasitas saluran

Evaluasi saluran dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar debit yang dapat ditampung saluran dengan dimensi yang ada saat ini (*eksisting*). Kemampuan kapasitas saluran drainase aman terhadap debit rencana sistem dapat diketahui jika kapasitas saluran draSinase yang ada lebih besar dari debit rancangan atau rencana sistem hasil perhitungan.

Tabel 8. Evaluasi kapasitas saluran sub das 39.

Kode Saluran	Lokasi		Arah	Debit eksisting Q (m^3/detik)	Debit Rencana (m3/detik)	Keterangan
PS 3	Jln.	Panglima Sudirman	kanan	0.17142	0.23700	Tidak Memenuhi
PS 4	Jln.	Panglima Sudirman	kanan	0.15000	0.30770	Tidak Memenuhi
PS 5	Jln.	Panglima Sudirman	kanan	0.17078	0.38804	Tidak Memenuhi
PS 6	Jln.	Panglima Sudirman	kanan	0.17607	0.44895	Tidak Memenuhi
Sdd 2	Jln.	Sidodadi	kanan	0.23875	0.25177	Tidak Memenuhi
	Jln.	Sidodadi	kiri	0.23875	0.25177	Tidak Memenuhi
Sdd 3	Jln	Sidodadi	kanan	0.23238	0.55048	Tidak Memenuhi
	Jln.	Sidoluhur	kiri	0.18886	0.19638	Tidak Memenuhi
Sdm 2	Jln.	Sido Makmur	kiri	0.11038	0.11828	Tidak Memenuhi
S A 6	Ds	Dilem		2.28551	3.01650	Tidak Memenuhi
Sdt 1	Jln.	Sidotopo	kanan	0.18886	0.48961	Tidak Memenuhi
Sdo 1	Jln.	Sido Utomo		0.39217	0.52221	Tidak Memenuhi
Sdo 2	Jln	Sido Utomo	kiri	0.39115	0.41301	Tidak Memenuhi
Sdo 5	Jln.	Sido Utomo		0.40249	0.48904	Tidak Memenuhi
Sdm 2	Jln.	Sidomaju	kiri	0.20125	0.64626	Tidak Memenuhi
S.B 3	Ds	Jatirejoyoso		1.24150	1.95584	Tidak Memenuhi
S.B 4	Ds	Ardirejo		1.21765	2.13575	Tidak Memenuhi
S.B 5	Ds	Ardirejo		1.18434	2.53044	Tidak Memenuhi
AY 7	Jln.	Ahmad Yani	Kiri	0.97385	1.21736	Tidak Memenuhi

Sumber: Analisa perhitungan

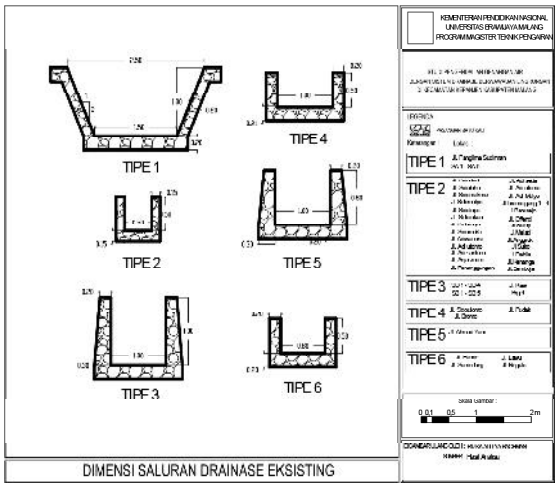
Tabel 9. Evaluasi kapasitas saluran sub das 42.

Kode Saluran	Lokasi		Arah	Debit eksisting Q (m^3/detik)	Debit Total Rencana Q (m3/dt)	Keterangan
AY 9	Jln.	Ahmad Yani	kiri	0.48539	0.64076	Tidak Memenuhi
AY 11	Jln.	Ahmad Yani	kiri	0.28617	0.34751	Tidak Memenuhi
Bn 5	Ds	Kepanjen	kanan	0.17763	0.21377	Tidak Memenuhi
Ef 5	Jln.	Effendi	kanan	0.13054	0.25069	Tidak Memenuhi
Sr 1	Jln.	Suruji	kanan	0.13476	0.16667	Tidak Memenuhi
Sr 2	Jln.	Suruji	kanan	0.13026	0.16025	Tidak Memenuhi
Sr 3	Jln.	Suruji	kiri	0.13339	0.32322	Tidak Memenuhi
KW 3	Jln.	Kawi	kanan	1.17602	1.19760	Tidak Memenuhi
Rg 2	Jln.	Regulo	kanan	0.36328	0.40345	Tidak Memenuhi
Dh 4	Jln.	Dahlia	kiri	0.16449	0.23671	Tidak Memenuhi
Sj 4	Jln.	Semboja	kiri	0.17318	0.45295	Tidak Memenuhi
Kg 1	Jln.	Kenanga	kanan	0.14043	0.18836	Tidak Memenuhi
Kg 2	Jln.	Kenanga	kanan	0.14302	0.34707	Tidak Memenuhi
Kg 3	Jln.	Kenanga	kanan	0.13911	0.95729	Tidak Memenuhi

Sumber: Analisa perhitungan

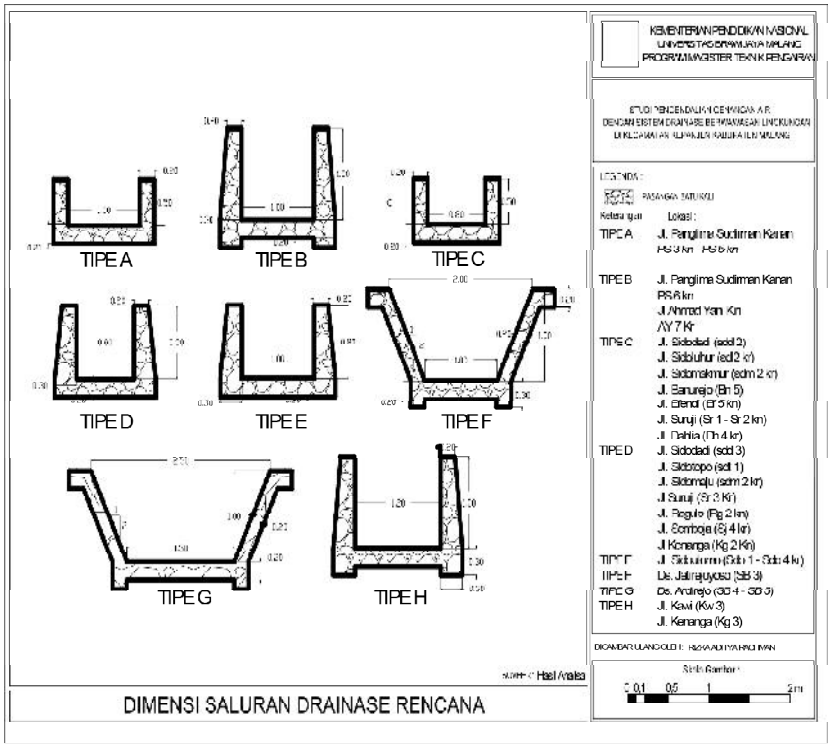
Rencana rehabilitasi saluran

Rencana perbaikan saluran drainase digunakan untuk mencegah terjadinya luapan air dari saluran yang menyebabkan terjadinya genangan. Adapun saluran yang diperbaiki adalah Adapun saluran yang diperbaiki adalah 19 lokasi saluran pada sub DAS 39 dan 14 lokasi saluran pada sub DAS 42. Untuk gambar desain saluran drainase eksisting disajikan pada Gambar 3.

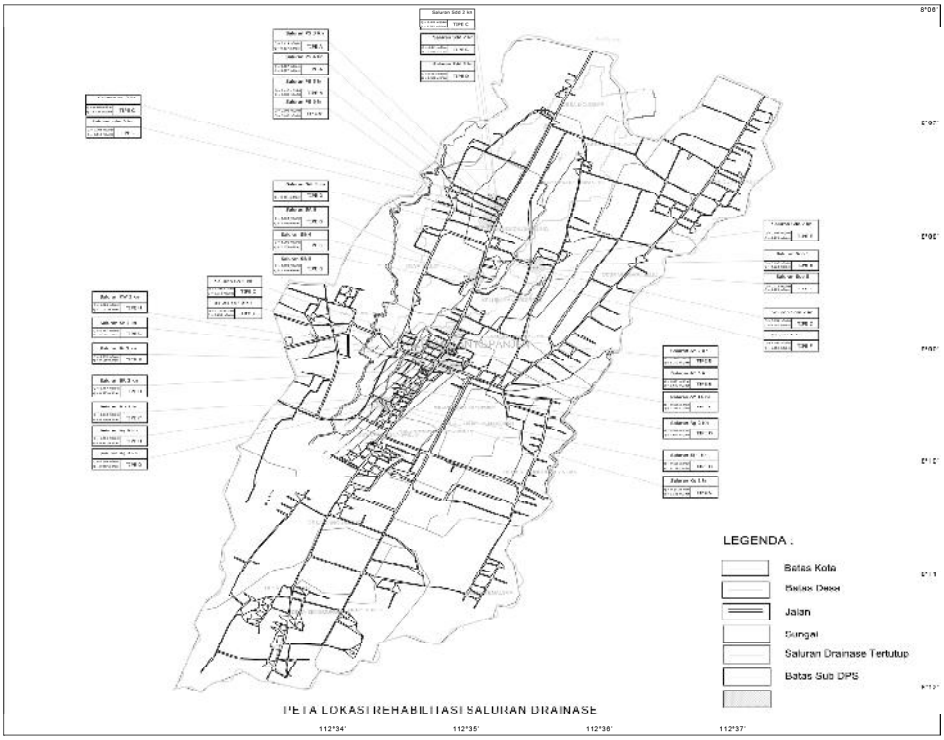


Gambar 3. Saluran Drainase Eksisting.

Dari hasil perencanaan didapatkan delapan model saluran drinase yang baru untuk mengganti dimensi saluran drainase yang lama pada lokasi-lokasi saluran yang tidak mampu menampung debit rancangan.



Gambar 4. Saluran Drainase Rencana.



Gambar 5. Peta Lokasi Rehabilitasi Saluran.

Perencanaan Sumur Resapan

Secara sederhana sumur resapan diartikan sebagai sumur gali yang berbentuk lingkaran atau segi empat dengan kedalaman tertentu. Sumur resapan berfungsi untuk menampung dan meresapkan air hujan yang jatuh diatas permukaan tanah baik melalui atap bangunan, jalan dan halaman.

Konstruksi sumur resapan terdiri dari dua bagian yaitu bagian penampungan air dan bagian media penyaring yang terdiri dari batu kosong. Tebal lapisan pada media penyaring tersebut adalah 10 cm. Sedangkan dinding sumur resapan tersebut direncanakan terbuat dari pasangan batu bata yang tidak diplester. Bentuk muka sumur resapan berbentuk lingkaran. Untuk mengurangi sedimen yang ikut terbawa air hujan yang melimpas, maka dibangun bak kontrol untuk mengendapkan sedimen.

Kedalaman air di sumur resapan direncanakan 300 cm dengan diameter dan lebar 1 m. Contoh perhitungan menurut SNI No. 03-2453-2002.

a. Volume andil banjir

Volume andil banjir adalah volume air hujan yang jatuh ke bidang tadah, yang akan dilimpaskan ke sumur resapan air hujan. Rumus yang digunakan:

$V_{ab} = 0.855 \times C_{tadah} \times A_{tadah} \times R$

C_{tadah} = 0.343

A_{tadah} = 5670 m^2

R = 117.19 mm/hari , berdasarkan SNI no. 03-2453-2002 dalam perencanaan sumur resapan hujan yang digunakan adalah periode ulang 5 tahunan, sehingga untuk perhitungan selanjutnya digunakan hujan rancangan harian (R24) sebesar 117.19 mm/hari.

V_{ab} = 0.855 x 0.343 x 5670 x (117.19/1000)

= 50.915 m^3

b. Perhitungan volume air hujan yang meresap

$t_e = 0.9\ R^{0.92} / 60$

$t_e = 0.9\ (117.19)^{0.92} / 60$

t_e = 72.04798 menit = 1.2008 jam

c. Untuk perhitungan volume air hujan yang meresap, terlebih dahulu ditentukan lebar sumur (L_{sumur}) dan kedalaman rencana sumur ($H_{rencana}$).

L = 1 meter

H = 3 meter

d. Untuk A_{total} sumur didapat dari penjumlahan luas dinding sumur (A_v) dan luas alas sumur (A_h)

As_{umur} = Luas dinding + Luas Alas

= 9.420 + 0.785

= 10.205 m^2

e. Nilai permeabilitas diambil dari data sekunder dengan nilai permeabilitas sebesar K = 0.0036 cm/dt = 2.903 m/hari

f. Menghitung volume air hujan yang meresap, dengan menggunakan rumus

$Vr_{esapan} = (te / 24) \times A_{total} \times K$
$= (1.2008/24) \times 10.205 \times 2.903$
$= 1.4822\ m^3$

g. Untuk volume penampungan air hujan digunakan rumus

$V_{storasi} = V_{ab} - V_{rsp}$
$= 50.915 - 1.4822 = 49.433\ m^3$

h. Penentuan jumlah sumur resapan dengan:

$H_{total} = (V_{ab} - V_{rsp})/A_h$
$= 49.433/0.785 = 62.972\ m$

$$n = \frac{H_{total}}{H_{Rencana}} = \frac{62.972}{3}$$

$= 20.9906 = 21$ buah

Dari perhitungan didapatkan rencana sumur resapan dengan diameter 1 m dan dengan kedalaman 3 m adalah 619 unit. Perencanaan sumur resapan ditempatkan pada lokasi-lokasi daerah perumahan penduduk yang rawan genangan banjir sesuai dengan perhitungan evaluasi kapasitas saluran. Adapun lokasi penempatan sumur resapan dan detail bangunan sumur resapan dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7.

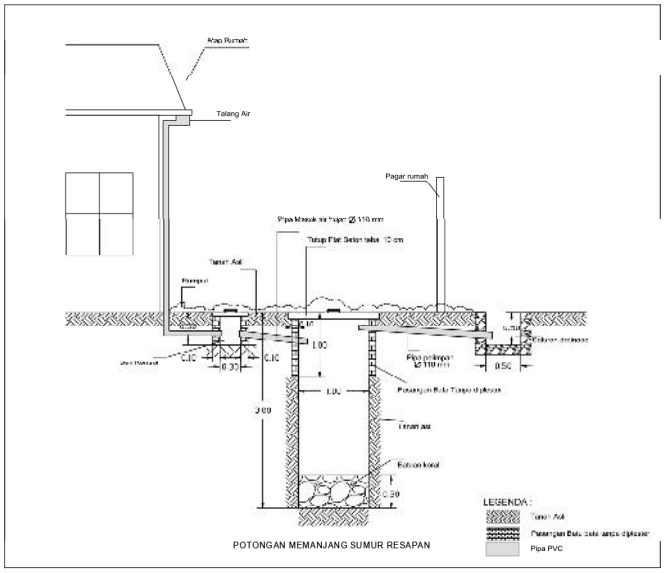
Untuk detail dan bahan dan komponen sumur resapan air dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 10. Detail bahan dan komponen.

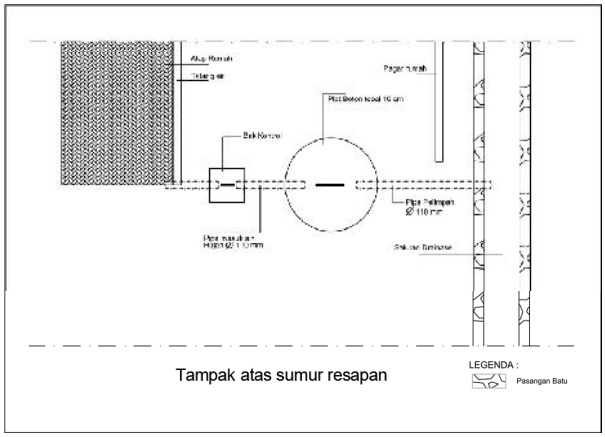
No	Bahan Sumur Resapan Air Hujan	Komponen
1	Plat beton bertulang tebal 10 cm, dengan campuran 1 semen : 2 Pasir beton : 3 kerikil	Penutup Sumur
2	Pasangan 1/2 batako campuran 1 : 4 jarak kosong antar batako 10 cm tanpa plester	Dinding sumur bagian atas H = 1 m
3	Batuan kosong	Pengisi Sumur
4	Pipa PVC dan perlengkapannya ø 110 mm	Saluran Air hujan

Sumber: Hasil analisa

Gambar 6. Peta Lokasi Penempatan Sumur Resapan.



Gambar 7. Potongan Memanjang Sumur Resapan.



Gambar 8. Tampak Atas Sumur Resapan.

Rencana anggaran biaya

Rencana anggaran biaya pada kajian ini hanya menghitung biaya kontruksi. Biaya ini berupa kisaran dalam menaksir besarnya biaya kontruksi.

Tabel 11. Biaya saluran sub das 39.

No	Jenis Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
I	**PEKERJAAN PERSIAPAN**				
1	Pembersihan Lapangan	2125.324	m^3	7,572.15	16,093,272.13
II	**PEKERJAAN TANAH**				
2	Galian tanah	2334.790	m^3	32,136.08	75,030,998.22
III	**PEKERJAAN SALURAN DRAINASE**				
1	Pemasangan batu kosong 1:4	2888.580	m^3	507,660.00	1,466,416,522.80
2	Plesteran 1:4 dan acian	13289.096	m^3	28,254.15	375,472,111.75
Sumber : Analisa Perhitungan				**Jumlah**	1,933,012,904.90
				Pembulatan	1,933,013,000.00

Tabel 12. Biaya saluran sub das 42.

No	Jenis Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
I	**PEKERJAAN PERSIAPAN**				
1	Pembersihan Lapangan	667.683	m^3	7,572.15	5,055,792.80
II	**PEKERJAAN TANAH**				
2	Galian tanah	990.252	m^3	32,136.08	31,822,830.35
III	**PEKERJAAN SALURAN DRAINASE**				
1	Pemasangan batu kosong 1:4	1149.850	m^3	507,660.00	583,733,054.06
2	Plesteran 1:4 dan acian	5010.140	m^3	28,254.15	141,557,247.08
Sumber : Analisa Perhitungan				**Jumlah**	762,168,924.29
				Pembulatan	762,169,000.00

Tabel 13. Biaya sumur resapan.

No	Jenis Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
I	**PEKERJAAN PERSIAPAN**				
1	Pembersihan Lapangan	10	m^2	7,572.15	75,721.50
II	**PEKERJAAN TANAH**				
1	Galian sumur resapan	4.32	m^2	47,244.68	204,097.02
2	Galian tanah saluran air hujan	2.04	m^2	32,136.08	65,557.60
3	Urugan Tanah	1.9	m^2	81,297.63	154,465.50
III	**PEKERJAAN SUMUR RESAPAN**				
1	Pemasangan batu bata	4.8	m^2	635,830.00	3,051,984.00
2	Pemasangan batu kosong 1:4	4.4	m^2	38,750.00	170,500.00
3	Plesteran 1:4 dan acian	0.5	m^2	28,254.15	14,127.08
4	Beton bertulang 1:2:3	0.145	m^2	1,793,000.00	259,985.00
5	Urugan kerikil ø 10-20 cm	0.5	m^2	102,364.83	51,182.42
IV	**PEKERJAAN PERPIPAAN**				
1	Pengadaan pipa PVC ø 4"	2	Batang	77,891.41	155,782.82
analisa perhitungan				**Jumlah**	4,203,402.93
				Pembulatan	4,204,000.00

Tabel 14. Rekapitulasi biaya.

No	Jenis Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
I	**SUMUR RESAPAN**				
1	Sumur resapan dengan batu bata	619	Buah	4,204,000.00	2,602,276,000.00
2	Rehabilitasi Saluran	1	Paket	2,695,182,000.00	2,695,182,000.00
Analisa Perhitungan					

Dari hasil rencana anggaran biaya didapatkan untuk perencanaan sumur resapan tidak ememrlukan biaya yang lebih besar dari pada rehabilitasi saluran yaitu sebesar Rp.2.602.276.000,-. Sehingga pada lokasi ini disarankan untuk menggunakan rehabilitasi berupa sumur resapan. Dikarenakan lebih ramah terhadap lingkungan dan dapat dilakukan oleh tiap warga setempat.

KESIMPULAN

Dari hasil uraian hasil analisa dan pembahasan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut. Besar limpasan permukaan (*surface runoff*) terbesar adalah pada SA 6 di desa Dilem sebesar 0.0921 m^3/dt sub das 39 dan pada saluran LW 1 Jl. Lawu sebesar 0.068 m^3/dt sub das 42.

Kondisi kemampuan kapasitas saluran drainase pada Sub DAS 39 dan Sub DAS 42 Kecamatan Kepanjen terhadap beban debit yang harus di tampung terdapat beberapa saluran yang tidak mampu menampung beban debit sehingga perlu dievaluasi dengan memperbesar dimensi saluran yang terdapat 19 lokasi pada sub das 39 dan 14 lokasi pada sub das 42.

Perencanaan untuk menanggulangi genangan pada Sub DAS 39 dan Sub DAS 42 adalah dengan merehabilitasi saluran drainase pada lokasi-lokasi yang tidak dapat menampung debit limpasan secara maksimal, dan juga direncanakan dengan pembuatan sumur resapan pada lokasi sesuai dengan pembebanan debit untuk tiap-tiap lokasi dengan penempatan pada kawasan yang berpenduduk. Konstruksi sumur resapan direncanakan tipikal dengan diameter 1 m dan kedalaman sumur 3 m Jumlah total sumur resapan yang digunakan adalah 619 buah.

Sumur resapan dan rehabilitasi saluran drainase mampu menanggulangi genangan yang terjadi pada sub DPS 39 dan Sub DPS 42

Biaya yang diperlukan untuk rehabilitasi saluran drainase adalah sebesar Rp. 2.695.182.000,- dan untuk pembuatan sumur resapan sebesar Rp. 2.602.276.000,-

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu penyelesaian penelitian ini: (1) Kementerian Pekerjaan Umum, yang telah memberikan kesempatan untuk melanjutkan studi di Fakultas Teknik Universitas Brawijaya; (2) Kepala Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VI Makassar, yang telah memberikan ijin tugas belajar; (3) Para dosen pembimbing yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini; (4) Rekan-rekan seangkatan di Program Magister Teknik Pengairan Universitas Brawijaya yang telah memberikan dukungan dan saran-saran.

DAFTAR PUSTAKA

Indramaya, A.E. 2011. *Rancangan Sumur resapan Air hujan sebagai Salah satu usaha Konservasi di Perumahan Dayu Baru Kabupaten Slemean Daerah istimewa Yogyakarta.* www.digilibugm.ac.id. Diunduh tanggal 6 September 2013.

Chow, V.T. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga.

Suhardjono. 2013. *Drainas Perkotaan*. Malang: Universitas Brawijaya Malang Fakultas Teknik.

Soewarno. 1995. *Hidrologi (Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data)* Jilid 1. Bandung: Nova.

Limantara, L.M. 2010. *Hidrologi Praktis*. Bandung: CV. Lubuk Agung.

Kementerian Pekerjaan Umum. 2000. *Panduan dan Petunjuk Praktis Pengelolaan Drainase Perkotaan*. Jakarta.

Standar Nasional Indonesia. 2002. *Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan.* SK SNI 03-2453-1-2002: Badan Standarisasi Nasional.

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.