

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 03	NOMER: 03	HALAMAN: 211 - 220	SURABAYA 2016	ISSN: 2252-5009
-------------------------------	---------------	--------------	-----------------------	------------------	--------------------

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Drs.Ir.Karyoto,M.S
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii

- Vol 3 Nomer 3/rekat/16 (2016)

PENGARUH PENAMBAHAN *SILICA FUME* PADA *POROUS CONCRETE BLOCK* TERHADAP NILAI KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS

Eko Febrianto, Arie Wardhono, 01 – 08

PEMANFAATAN ABU TERBANG LIMBAH BATU BARA TERHADAP KUAT TEKAN DAN TINGKAT POROSITAS *PAVING STONE* BERPORI

Firman Ganda Saputra, Arie Wardhono, 09 – 12

PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN *ADMIXTURE* SIKACIM TERHADAP PENGUATAN KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS *PERMEACONCRETE PAVING STONE*

Kukuh Ainnurdin, Arie Wardhono, 13 – 22

PENGARUH POLA ALIRAN PADA SALURAN PELIMPAH SAMPING AKIBAT DARI PENEMPATAN *SPLLWAY* DENGAN TIPE MERCU OGEE WADUK WONOREJO

Binti Hidayatul Ma'rifah, Kusnan, 23 – 34

ANALISIS HUBUNGAN TEMPERATUR DAN KUAT TEKAN BETON PADA PEKERJAAN BETON MASSA (*MASS CONCRETE*) DENGAN METODE *PORTLAND CEMENT ASSOCIATION* (PCA) DAN *U.S. BUREAU OF RECLAMATION*

Sandy Sahrawani, Mochamad Firmansyah S, 35 – 44

ANALISA KAPASITAS SALURAN SEBAGAI PENGENDALI BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM HEC-RAS PADA DRAINASE SUB DAS GULOMANTUNG KECAMATAN KEBOMAS, KABUPATEN GRESIK

Ahmad Rifky Saputra, Nurhayati Aritonang, 45 – 54

ANALISA FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KINERJA WAKTU
PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI DI WILAYAH SURABAYA

Hendrita Abraham Angga Purnomo, Mas Suryanto H.S, 55 – 63

PENGARUH PEMILIHAN JARAK PANDANG DALAM MENENTUKAN PANJANG
LENGKUNG VERTIKAL CEMBUNG TERHADAP BIAYA PELAKSANAAN JALAN BARU

Arthur Diaz Mickael Devisi, Ari Widayanti, Anita Susanti, 64 – 70

PENGEMBANGAN DISTIBUSI AIR BERSIH SUMBER DLUNDUNG DESA TRAWAS
KECAMATAN TRAWAS KABUPATEN MOJOKERTO

Mochammad Zainal Abidin, Djoni Irianto, 71 – 79

STUDI EKSPERIMENTAL BUKAAN GANDA TERHADAP KAPASITAS LENTUR BALOK
BETON BERTULANG

Mohamad Mesranto, Bambang Sabariman, 80 – 87

ANALISA PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE *CAMEL*
BACK TRUSS

Ria Dewi Sugiyono, Sutikno, 88 – 93

PENGARUH PENGOPTIMASISASI PEMASANGAN LETAK BAUT DENGAN JARAK TEPI
PADA SAMBUNGAN PELAT TARIK

Donna Monika Fembrianto, Arie Wardhono, 94 – 101

STUDI EKSPERIMENTAL BUKAAN GANDA DENGAN LETAK DI ATAS GARIS NETRAL
TERHADAP KAPASITAS GESER BALOK BETON BERTULANG

Siswo, Bambang Sabariman, 102 – 111

ANALISIS KEHILANGAN TINGGI TEKAN PADA JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR
BERSIH PDAM KECAMATAN DRIYOREJO, KABUPATEN GRESIK

Amilina Kartika Permatasari, Nurhayati Aritonang, 112 – 120

ANALISIS DESAIN JEMBATAN KOMPOSIT GELAGAR BAJA MENGGUNAKAN STRUKTUR NON-PRISMATIK

Anneke Jayanti Anggraini, Karyoto,.....121 – 129

PENGARUH PANJANG LEWATAN (*ld*) DENGAN SAMBUNGAN MEKANIS PERSEGI ENAM TERHADAP KUAT TARIK BAJA TULANGAN

Sandi Andika Surya Putra, Andang Wijaya,..... 130 – 137

STUDI PENGGUNAAN CATALYST, MONOMER, DAN KAPUR SEBAGAI MATERIAL PENYUSUN BETON RINGAN SELULER

Muhammad Fadhlurrahman Hazim, Krisna Dwi Handayani, Yogie Risdianto,138 – 149

STUDI DETAIL PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN OPENFRAME TANPA RIGID FLOOR DIAFRAGMA DAN OPENFRAME DENGAN RIGID FLOOR DIAFRAGMA BERDASARKAN SNI 1726:2002 DAN SNI 2847:2013

Devi Arsyana, Sutikno, Yogie Risdianto,.....150 – 161

STUDI DETAIL PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN OPENFRAME TANPA RIGID FLOOR DIAFRAGMA DAN OPENFRAME DENGAN RIGID FLOOR DIAFRAGMA BERDASARKAN SNI 1726:2012 DAN SNI 2847:2013

Lina Andriyani, Sutikno, Yogie Risdianto,162 – 171

STUDI PENGGUNAAN CATALYST, MONOMER, DAN FLY ASH SEBAGAI MATERIAL PENYUSUN BETON RINGAN SELULAR

Gatot Setyo Utomo, Krisna Dwi Handayani, Yogie Risdianto,172 – 179

PERENCANAAN BALOK KOMPOSIT NON-PRISMATIS JEMBATAN UNDERPASS KERETA API PADA PROYEK PEMBANGUNAN TOL SURABAYA-MOJOKERTO JAWA TIMUR

Febri Junaidi, Karyoto,180 – 192

ANALISA DAN STUDI EKSPERIMENTAL BUKAAN TUNGGAL DI ATAS GARIS TENGAH PENAMPANG TERHADAP KEKUATAN LENTUR BALOK BETON BERTULANG

Sigit Triwibowo, Bambang Sabariman,193 – 200

ANALISIS KINERJA BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PEMBANGUNAN *MY TOWER HOTEL & APARTMENT PROJECT* MENGGUNAKAN METODE NILAI HASIL (*EARNED VALUE*)

Merry Mareta, Krisna Dwi Handayani,201 – 210

PENGARUH PENAMBAHAN *CATCHMENT AREA* TERHADAP DEBIT ALIRAN PADA SISTEM DRAINASE PERKOTAAN PERUMAHAN PURI SURYA JAYA *CLUSTER VALENCIA SPRING* DI KECAMATAN GEDANGAN KABUPATEN SIDOARJO

Tati Rachmawati, Kusnan,211 – 220



PENGARUH PENAMBAHAN CATCHMENT AREA TERHADAP DEBIT ALIRAN PADA SISTEM DRAINASE PERKOTAAN PERUMAHAN PURI SURYA JAYA CLUSTER VALENCIA SPRING DI KECAMATAN GEDANGAN KABUPATEN SIDOARJO

Tati Rachmawati, Kusnan.

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: rachmawatitati@gmail.com

ABSTRAK

Kecamatan Gedangan merupakan salah satu kecamatan yang ada di kabupaten Sidoarjo yang memiliki potensi kepadatan penduduk. Hal ini yang menjadikan kecamatan Gedangan menjadi pusat industri sehingga pertumbuhan ekonomi semakin meningkat dan kebutuhan akan tempat tinggal menjadi hal utama atau kebutuhan primer sehingga banyak properti perumahan yang mengembangkan area luasan perumahannya sehingga menyebabkan perubahan tata guna lahan dan resapan air menjadi berkurang yang awalnya sawah menjadi pemukiman mewah di tengah kota. Perubahan tataguna lahan dan sawah yang berdekatan dengan sungai berpengaruh pada kondisi sawah di sekitar perumahan.

Metode penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dimensi penampang saluran yang ekonomis untuk saluran drainase *cluster valencia* akibat penambahan *catchment area* serta mengetahui berapa besar pengaruh penambahan *catchment area* terhadap debit aliran, mengevaluasi saluran *existing* dan merencanakan kapasitas tampung saluran akibat penambahan *catchment area* pada *cluster valencia* sehingga banjir dapat dihindari pada area perumahan.

Hasil yang diperoleh dari analisa perhitungan didapatkan debit saluran *existing* adalah 1,120 m³/det. Untuk hasil perhitungan debit total dari air limbah rumah tangga dan debit air hujan akibat penambahan *catchment area* pada *cluster valencia* dengan kala ulang 10 tahun dengan nilai $Q = 2,2656 \text{ m}^3/\text{det}$. Jadi untuk 10 tahun kedepan saluran yang ada tidak dapat menampung debit aliran air sehingga perlu dilakukan normalisasi saluran agar tidak menyebabkan banjir dari perhitungan normalisasi didapatkan debit saluran sebesar $Q = 2,2976 \text{ m}^3/\text{det}$ sehingga saluran tersebut dapat dialiri air limbah rumah tangga dan air hujan.

Kata Kunci: Drainase, Intensitas, Debit

ABSTRACT

Gedangan subdistrict is one of sub-district in Sidoarjo which has potential density of citizen. This makes Gedangan become a center of the industry so economic growth is increasing and the need for shelter becomes to the main or primary needs for many residential properties developed area extents causing changes in land usages and water absorption be reduced which was rice fields and now become luxury residential in the central of the city. The change of land's utilization which is close to a rivers effect the condition of the farmland surrounding it.

This research method is descriptive quantitative. This research aims to know the dimensions of the cross-section of an economical channel for drainage channels cluster at valencia residence due to the catchment areas additional as well as find out how great the influence of addition of the catchment area additional against the discharge flow, evaluate the existing channels and plan the capacity of the channel accomodation due to the a catchment area additional at a cluster of valencia residents o floods can be avoided in a residential area.

The results obtained from the analysis of the existing channel discharge was obtained by calculation is 1.120 m³/sec. Results for the calculation of the total discharge of waste water and rain water discharge due to the addition of a catchment area on a cluster of valencia residents with 10 year period with the epoch value of $Q = 2.2656 \text{ m}^3/\text{sec}$. So for the next 10 years an existing channel can not accommodate the flow of water so it needs to keep channels of normalizing flooding from the calculation of the discharge was obtained by normalizing the channel of $Q = 2.2976 \text{ m}^3/\text{sec}$. This channel can be passed through by housing waste and rainy waters.

Key Words: Drainage, Intensity, Discharge

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada zaman maju seperti sekarang ini drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan masyarakat perkotaan dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Permasalahan lingkungan yang sering di jumpai adalah penambahan *catchment area* seperti sekarang ini yaitu yang awalnya berupa lahan kosong menjadi berkurang dan daerah resapan menjadi sempit karena sudah berubah fungsi dan salah satu upaya dalam menanggulangi berkurangnya daerah resapan adalah dengan membuat saluran drainase yang mampu menampung air hujan dan limbah rumah tangga dengan baik.

Penambahan *catchment area* dapat terjadi karena adanya perluasan area lahan perumahan yang dimana disini perumahan *cluster valencia* adalah perumahan mewah ditengah kota yang berlokasi di kecamatan Gedangan dimana pertumbuhan penduduk juga meningkat sehingga kebutuhan akan rumah menjadi tinggi. Dari penambahan *catchment area* ini diperlukan suatu perencanaan dan perhitungan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan *catchment area* terhadap debit aliran sehingga dapat menentukan penampang saluran yang ekonomis untuk saluran drainase yang nantinya akan digunakan untuk jangka waktu tertentu untuk mengalirkan debit air.

B. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang tersebut, maka diambil permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana dimensi penampang saluran yang ekonomis untuk saluran drainase khususnya drainase pada perumahan Puri Surya Jaya *Cluster Valencia Spring* di kecamatan Gedangan kabupaten Sidoarjo?
2. Berapa besar pengaruh penambahan *catchment area* terhadap debit aliran yang melalui saluran drainasenya ?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan *catchment area* terhadap debit aliran pada sistem drainase perkotaan perumahan Puri Surya Jaya *Cluster Valencia Spring* di kecamatan Gedangan kabupaten Sidoarjo. yaitu:

1. Mengetahui dimensi penampang saluran drainase yang ekonomis pada perumahan *Cluster Valencia Spring* akibat penambahan *catchment area* pada area perumahan tersebut.
2. Mendapatkan alternatif atau solusi dari penambahan *catchment area* pada perumahan *Cluster Valencia Spring* terhadap kapasitas sistem saluran drainase pada area perumahan tersebut.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bisa dipergunakan dan memberi manfaat sebagai berikut :

1. Menambah wawasan dan pengetahuan tentang sistem drainase perkotaan yang dimana *catchment area* di daerah perkotaan selalu berubah terutama di daerah perumahan tengah kota
2. Mengembangkan ilmu pengetahuan di bidang teknik sipil sesuai dengan teori yang didapat di bangku perkuliahan terutama dalam ilmu drainase perkotaan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

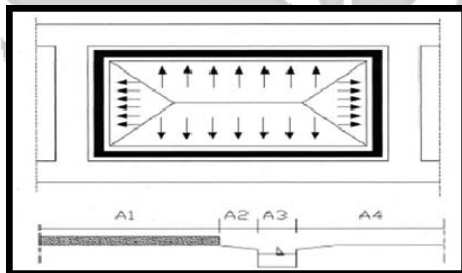
Catchment Area

Menurut Asdak (1995:4) dalam buku *Hidrologi dan pengelolaan DAS* mendefinisikan *Catchment Area* adalah suatu wilayah daratan yang dibatasi oleh punggung bukit atau batas-batas pemisah topografi, yang berfungsi menerima, menyimpan dan mengalirkan curah hujan yang jatuh di atasnya ke alur-alur sungai dan terus mengalir ke anak sungai dan ke sungai utama, akhirnya bermuara ke danau/waduk atau ke laut. Wilayah tersebut dinamakan daerah daerah tangkapan air (*DTA* atau

catchment area) yang merupakan ekosistem dengan unsur utamanya terdiri atas sumber daya alam (tanah, air dan vegetasi) dan sumber daya manusia sebagai pemanfaat sumber daya alam.

Menurut Sri Harto Br dalam buku *Analisis Hidrologi* mendefinisikan *catchment area* adalah suatu daerah tadah hujan dimana air yang mengalir pada permukaannya ditampung oleh saluran yang bersangkutan. Sistem drainase yang baik yaitu apabila ada hujan yang jatuh di suatu daerah harus segera dapat dibuang, untuk itu di buat saluran menuju saluran utama.

Untuk menentukan daerah tangkapan hujan tergantung kepada kondisi lapangan suatu daerah dan situasi topografinya / elevasi permukaan tanah suatu wilayah di sekitar saluran yang bersangkutan yang merupakan daerah tangkapan hujan dan mengalirkan air hujan ke saluran drainase. Untuk menentukan daerah tangkapan hujan (*catchment area*) sekitar drainase dapat diasumsikan dengan membagi luas daerah yang ditinjau.



Gambar 2.1 *Catchment Area* (SNI 03-3424-1994)
Sistem Drainase

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Drainase yang berasal dari bahasa Inggris yaitu *drainage* mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air (Suripin, 2004:7).

Analisa Hidrologi

Analisa Distribusi Curah Hujan

Hidrologi adalah bidang pengetahuan yang mempelajari kejadian-kejadian serta penyebab air alamiah di bumi. Dalam analisis hidrologi data curah hujan, data luas dan bentuk daerah pengaliran (*catchment area*), data kemiringan lahan/beda tinggi, dan tata guna lahan diolah untuk mengetahui intensitas curah hujan dan debit banjir rancangan sebagai dasar acuan untuk analisis hidrolika. (Soemarto, 1995:5)

Poligon Thiessen

Cara perhitungan *Poligon Thiessen* dilakukan seperti memperhitungkan luas daerah yang diwakili oleh stasiun yang bersangkutan, untuk digunakan sebagai faktor koreksi (*weighing factor*). Berikut adalah rumus yang digunakan *Poligon Thiessen* :

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

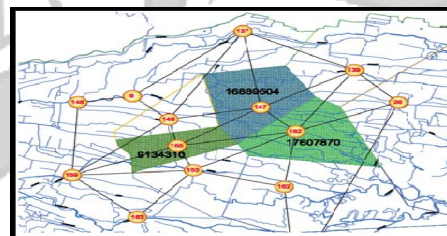
$$\bar{R} = W_1 R_1 + W_2 R_2 + \dots + W_n R_n$$

Dimana :

$\bar{R}$ = Curah Hujan Daerah

R_1 = Curah Hujan di tiap titik pengamatan

$W = A_1 / A_{tot}$ (Luas *Catchment*/Luas Total)



Gambar 2.2 Hitungan Hujan Rata-Rata
Dengan *Poligon Thiessen*

Pemilihan Jenis Sebaran

Curah hujan rancangan adalah curah hujan yang mungkin terjadi pada kala ulang tertentu. Untuk mendapatkan curah hujan rancangan digunakan metode analisis frekuensi. Terdapat beberapa metode analisis frekuensi, dalam analisis ini menggunakan metode distribusi *Log Pearson Type III*, dengan persamaan sebagai berikut (Soewarno, 1995:143)

$$\text{Log}X = \overline{\text{Log}X} + G.S$$

Dimana :

Log X = Nilai logaritma curah hujan
rancangan

$\overline{\text{Log}X}$ = Nilai rata-rata curah hujan harian
dalam bentuk logaritma

G = Konstanta yang didapatkan dari tabel
Log Pearson Type III dari hubungan

Uji Kesesuaian Distribusi

Uji Chi Square

Pengujian ini menggunakan parameter
 X^2 , dengan rumus sebagai berikut:

$$X^2_{hit} = \sum_{i=1}^k \frac{(O_F - E_F)^2}{E_F}$$

Dimana :

X^2_{hit} = Parameter chi-kuadrat terhitung

G = Jumlah subkelompok

Of = Jumlah nilai pengamatan pada sub
kelompok f,

Ef = Jumlah nilai teoritis /diharapkan
pada sub kelompok f

Uji Smirnov Kolmogorov

Uji ini sering disebut uji kecocokan
non parametrik, karena pengujinya tidak
menggunakan fungsi distribusi.

Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan adalah debit
terbesar yang mungkin terjadi di suatu
daerah dengan peluang tertentu. Perhitungan
debit banjir rancangan untuk perencanaan
saluran drainase perkotaan terdiri dari debit
air hujan dan debit air kotor. Periode ulang
untuk saluran drainase kota adalah 5-10
tahun, perhitungan debit banjir rancangan
diperlukan untuk menentukan kapasitas dan
dimensi saluran dengan air yang
mengalirinya.

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu

Hidrograf ini digunakan untuk
menghitung debit banjir puncak terjadi pada
jam keberapa dengan menggunakan kala
ulang tertentu. Alasan penggunaan
hidrograf ini adalah luasan dari sub DAS
yang kecil dan keberadaan stasiun hujan
pada daerah penelitian juga terbatas.
Menurut Soemarto (1995:100)

Debit Air Hujan

Untuk menghitung besarnya debit air
hujan dalam merencanakan drainase
perkotaan umumnya dilakukan dengan
metode rasional. Karena luasan relatif
daerah aliran tidak terlalu luas, kehilangan
air sedikit dan waktu konsentrasi relatif
pendek. Rumus yang digunakan sebagai
berikut: (Suripin, 2004: 79)

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dimana:

Q = laju aliran permukaan debit puncak
(m^3/detik)

C = koefisien aliran permukaan ($0 \leq C \leq 1$)

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas das (ha)

Debit Air Kotor

Debit air kotor merupakan debit air
limbah yang dihasilkan oleh rumah tangga,
gedung, industri dan sebagainya. Dalam
perhitungan debit air kotor perlu diketahui
terlebih dahulu kebutuhan rata-rata air bersih
dari penduduk sekitar daerah yang akan
dianalisis: rumus yang digunakan sebagai
berikut :

$$Q_{ak} = P_n \times 80\% \times Q_{ab}$$

Dengan :

Q_{ak} = Debit air kotor pada daerah yang
ditinjau (m^3/det)

P_n = Jumlah penduduk (jiwa)

Q_{ab} = Debit air bersih (m^3/det)

Analisa Hidrolika

Perhitungan yang dipakai dalam
menghitung kapasitas saluran drainase
adalah menggunakan rumus manning
sebagai berikut (Suripin, 2003:144):

$$Q = A \cdot V$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S_0^{1/2}$$

Dimana :

Q = Debit saluran (m^3/det)

V = Kecepatan aliran (m/det)

A = Luas penampang basah (m^2)

R = Jari - jari hidrolis = A/P

N = Koefisien kekasaran *manning*

S_0 = Kemiringan dasar saluran

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Gambaran umum penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada perumahan Puri Surya Jaya di kecamatan Gedangan kabupaten Sidoarjo wilayah studi dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian
(Sumber : Google Maps)



Gambar 3.2 Peta Wilayah Lokasi Penelitian
(Sumber : Kecamatan Gedangan)

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif yang merupakan metode awal dalam penelitian yang bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai penelitian.

Metode Pengumpulan Data

Data – data yang digunakan untuk penelitian secara keseluruhan dari permasalahan yang ingin dicapai meliputi data :

1. Data curah hujan (15 tahun) dari tahun 1999 – 2013
2. Data jumlah penduduk tahun 2015
3. Data dimensi saluran yang ada

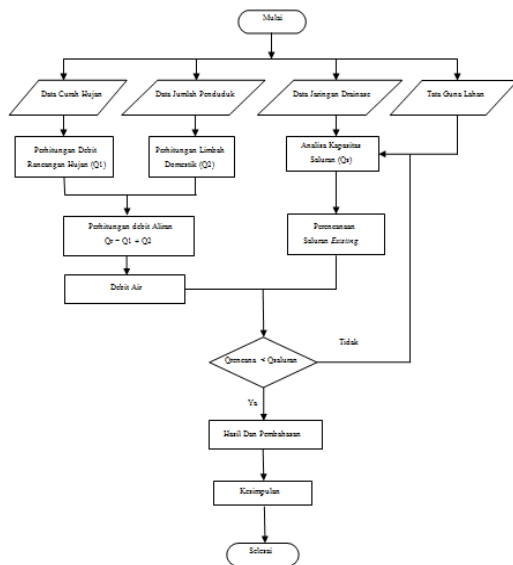
4. Gambar *Layout* saluran

5. Peta lokasi

Analisis Yang Digunakan

Untuk menganalisis data yang sudah dikumpulkan, maka tahapan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Dari data tataguna lahan bisa ditentukan rasio kawasan resapan untuk mengetahui kondisi sistem drainase di wilayah studi.
2. Data curah hujan yang ada (tahun 1999-2013) akan diolah menjadi intensitas hujan (I), sebelum menjadi intensitas hujan hujan (I) terlebih dahulu dicari nilai curah hujan harian maximum (R).
3. Setelah diketahui nilai intensitas hujan (I) dan mempertimbangkan faktor koefisien pengaliran (C), maka debit air hujan dapat dihitung.
4. Menghitung debit air buangan
5. Menjumlahkan debit air buangan dan debit air hujan untuk meghasilkan debit banjir rencana.
6. Dengan memasukkan nilai-nilai dimensi saluran yang ada maka akan didapatkan kapasitas saluran drainase.
7. Mengevaluasi debit banjir rencana dengan kapasitas saluran drainase. Apabila debit banjir rencana lebih besar daripada kapasitas saluran berarti saluran dianggap tidak layak dan terjadi genangan di wilayah studi. Dan apabila sebaliknya, debit banjir rencana lebih kecil daripada kapasitas saluran maka saluran dianggap masih layak.
8. Dari data yang telah didapatkan pada wilayah studi (lokasi , lama , tinggi dan luasan), bisa dihitung volume debit air pada daerah studi .
9. Debit rencana yang lebih besar dari kapasitas saluran dapat diselesaikan dengan melakukan normalisasi saluran.



Gambar 3.3 Bagan Alir Analisis

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

Pada daerah penelitian stasiun hujan yang berpengaruh berdasarkan *Poligon Thiessen* adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1 Poligon

Thiessen wilayah penelitian

Setelah penemuan titik *poligon Thiessen* maka selanjutnya dilakukan perhitungan curah hujan maksimum.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Curah Hujan Harian Rata-Rata

No	Tahun Pengamatan	Sruti	Banjir Kemantren	Klagen	Rata - Rata Curah Hujan
		x (mm)	x (mm)	x (mm)	x (mm)
1	1999	111	107	68	100,38
2	2000	90	95	93	92,65
3	2001	90	85	67	87,35
4	2002	85	65	128	85,93
5	2003	100	70	117	95,25
6	2004	102	65	96	85,81
7	2005	63	55	106	68,77
8	2006	79	100	107	93,34
9	2007	91	100	107	97,98
10	2008	85	70	75	76,85
11	2009	100	90	68	89,43
12	2010	115	95	63	96,04
13	2011	161	150	103	144,41
14	2012	90	106	99	98,34
15	2013	102	96	137	106,91
N=	15	1464	1349	1434	1419,46
X		98	90	95,60	94,63

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari curah hujan harian maksimum yang didapat maka selanjutnya dihitung curah hujan rancangan dengan menggunakan distribusi *Log Pearson III*

Tabel 4.2 Analisa Probabilitas Hujan dengan Distribusi *Log Pearson III*

No	Tahun Pengamatan	R (mm)	Log X	$\log x - \log \bar{x}$	$(\log x - \log \bar{x})^2$	$(\log x - \log \bar{x})^3$
1	1999	144,42	2,159622983	0,189228844	0,035807555	0,006775822
2	2000	106,91	2,029001763	0,058607624	0,003434854	0,000201309
3	2001	100,38	2,001663223	0,031269084	0,000977756	3,05735E-05
4	2002	98,34	1,992734907	0,022340768	0,000499110	1,11505E-05
5	2003	97,98	1,991144611	0,020750472	0,000430582	8,93478E-06
6	2004	96,04	1,982464092	0,012069952	0,000145684	1,7584E-06
7	2005	95,25	1,978854447	0,008460308	7,15768E-05	6,05562E-07
8	2006	93,34	1,970051545	-0,000342594	1,17371E-07	-4,02106E-11
9	2007	92,65	1,966825905	-0,003568234	1,27323E-05	-4,54318E-08
10	2008	89,43	1,951482556	-0,018911583	0,000357648	-6,76369E-06
11	2009	87,35	1,941283612	-0,029110527	0,000847423	-2,46689E-05
12	2010	85,93	1,934149499	-0,036844648	0,001313674	-4,76136E-05
13	2011	85,81	1,933549491	-0,036844648	0,001357528	-5,00176E-05
14	2012	76,85	1,885661625	-0,084732514	0,007179599	-0,000608345
15	2013	68,77	1,837421828	-0,132972311	0,017681636	-0,002351168
Σ =		29,55591209			0,070117474	0,003941531

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.3 Hasil Analisa Hujan Rancangan Dengan Distribusi *Log Pearson III*

Tr	P _T	G	Standar Deviasi (S _x)	Log X̄	log R _p = Log X̄ + GS _x	R _{Tr} = 10 ^{log R_p} (mm)
T(Tahun)	(%)					
2	50	0,01039	0,07077	1,97039	1,97113	93,56841
5	20	0,84356	0,07077	1,97039	2,03009	107,17478
10	10	1,27733	0,07077	1,97039	2,06079	115,02465

Sumber : Hasil Perhitungan

Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Uji kesesuaian distribusi ini dilakukan untuk mengetahui apakah pemilihan distribusi yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rancangan diterima atau ditolak. Dalam perhitungannya ini menggunakan uji *Chi- Kuadrat (Chi Square)* dan Uji *Smirnov Kolmogorof*.

Uji Chi- Kuadrat (Chi Square)

Tabel 4.4 Analisa Perhitungan Uji *Chi Kuadrat*

No	Interval Kelas Hujan Maksimum	E _f	O _f	(O _f - E _f) ²	X ² hit
1	68,77 – 83,90	3	2	1	0,33333333
2	83,90 – 99,03	3	10	49	16,33333333
3	99,03 – 114,16	3	2	1	0,33333333
4	114,16 – 129,29	3	0	9	3
5	129,29 – 144,42	3	1	4	1,33333333
Jumlah total		15	15	64	4,26666667

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel diatas didapat bahwa :

$$X^2_{hit} = 4,3$$

$$X^2_{cr} = 5,991 (\alpha = 5\% , DK = 2)$$

$$Dk < X^2_{cr}$$

Uji Smirnov Kolmogorov

Tabel 4.5 Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov

Tahun Pengamatan	Urutan Regresi	RLogX	RLogXb	f(t) = ((logxi-logXr)/Slogx	P(X)	P'(X< tabel)	D
1999	144,42	0,0625	0,9375	3,027661500	0,0012	0,9988	0,0613
2000	106,91	0,1250	0,8750	0,937721977	0,1762	0,8238	-0,0512
2001	100,38	0,1875	0,8125	0,500305337	0,2981	0,7019	-0,1106
2002	98,34	0,2500	0,7500	0,357452288	0,3336	0,6664	-0,0836
2003	97,98	0,3125	0,6875	0,332007549	0,3707	0,6293	-0,0582
2004	96,04	0,3750	0,6250	0,193119240	0,4090	0,5910	-0,0340
2005	95,25	0,4375	0,5625	0,135364933	0,4483	0,5517	-0,0108
2006	93,34	0,5000	0,5000	-0,005481510	0,5517	0,4483	-0,0517
2007	92,65	0,5625	0,4375	-0,057091752	0,5517	0,4483	0,0108
2008	89,43	0,6250	0,3750	-0,302585324	0,6293	0,3707	-0,0043
2009	87,35	0,6875	0,3125	-0,465768436	0,7019	0,2981	-0,0144
2010	85,93	0,7500	0,2500	-0,579914243	0,7357	0,2643	0,0143
2011	85,81	0,8125	0,1875	-0,589514361	0,7357	0,2643	0,0768
2012	76,85	0,8750	0,1250	-1,355720217	0,9236	0,0764	-0,0486
2013	68,77	0,9375	0,0625	-2,127556981	0,9834	0,0166	-0,0459
D maksimum							-0,3501

Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah dilakukan dengan kedua uji tersebut maka hasil rekapitulasi terlihat seoperti dibawah ini dan hasil akhirnya memenuhi unuk memakai persamaan distribusi *Log Pearson III*

Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Kesesuaian

No	Distribusi	Uji Kecocokan						
		Chi Kuadrat			Smirnov Kolmogorov			Keterangan
		X ²	Nilai	X ² cr	D _{max}	Nilai	D _o	
1.	Distribusi Log Pearson III	4,3	<	5,991	-0,3501	<	0,34	OK

Sumber : Hasil Perhitungan

Analisa Evaluasi Sistem Drainase

Kawasan pada Kecamatan Gedangan telah berkembang menjadi kawasan industri yang menjadikan pertumbuhan penduduk semakin bertambah dan kebutuhan akan rumah menjadi meningkat. Dari tabel 4.1 kita bisa mengetahui luasan lahan yang masih bisa berfungsi sebagai kawasan resapan.

$$\text{Rasio kawasan resapan} = (A_{\text{sawah}} + A_{\text{lainnya}}) / A_{\text{total}}$$

Tabel 4.7 Luas Wilayah Berdasarkan Penggunaan Lahan

Desa	Luas	Jenis Penggunaan Lahan		
	Sub Catchment	Pemukiman	Perumputan/ Ruang Terbuka	Jalan
	(A)	(C = 0,70)	(C = 0,15)	(C = 0,85)
1	km ²	Luas (km ²)	Luas (km ²)	Luas (km ²)
1	2	3	5	7
Desa Gemurung	1,7100	1,2600	0,4500	0,0030
Desa Punggul	1,9800	0,9600	1,0200	0,0003
Desa Srumi	0,7600	0,6700	0,0900	0,0025
Desa Gedangan	1,9600	1,9300	0,0300	0,0035
Desa Kebonsikep	1,4600	1,2100	0,2500	0,0030
Desa Ketajen	1,4000	0,9700	0,4300	0,0027
Desa Kebon Anom	2,1500	0,9000	1,2500	0,0035
Desa Semambung	1,8300	1,1600	0,6700	0,0047
Desa Bangil	1,2600	1,0600	0,2000	0,0027
Desa Tebel	2,2500	1,7400	0,5100	0,0032

Sumber : Kecamatan Gedangan Dalam Angka, 2015

Tabel 4.8 Koefisien Pengaliran *Land Use* pada 10 Desa di Kecamatan Gedangan

Desa	Luas	Jenis Penggunaan Lahan						Cm
	Sub Catchment	Pemukiman		Perumputan/ Ruang Terbuka		Jalan		
	(A)	(C = 0,70)		(C = 0,15)		(C = 0,85)		
1	km ²	Luas (km ²)	%	Luas (km ²)	%	Luas (km ²)	%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Desa Gemurung	1,7100	1,2600	73,68	0,4500	26,14	0,0030	0,18	0,56
Desa Punggul	1,9800	0,9600	48,48	1,0200	515,50	0,0003	0,02	0,42
Desa Sruni	0,7600	0,6700	88,16	0,0900	11,51	0,0025	0,33	0,64
Desa Gedangan	1,9600	1,9300	98,47	0,0300	1,35	0,0035	0,18	0,69
Desa Kebonsikep	1,4600	1,2100	82,88	0,2500	16,92	0,0030	0,21	0,61
Desa Ketajen	1,4000	0,9700	69,29	0,4300	30,52	0,0027	0,19	0,53
Desa Kebon Anom	2,1500	0,9000	41,86	1,2500	57,98	0,0035	0,16	0,38
Desa Semambung	1,8300	1,1600	63,39	0,6700	26,14	0,0047	0,26	0,50
Desa Bangil	1,2600	1,0600	84,13	0,2000	515,50	0,0027	0,21	0,61
Desa Tebel	2,2500	1,7400	77,33	0,5100	11,51	0,0032	0,14	0,58

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel 4.8 didapatkan koefisien pengaliran gabungan untuk C adalah 0,55 dari hasil koefisien gabungan C = 0,55 digunakan untuk menghitung metode HSS Nakayasu.

Analisa Curah Hujan Hidrograf Metode HSS Nakayasu

Tabel 4.9 Perhitungan Debit Hidrograf Metode Nakayasu Kala Ulang 10 Tahun

HSS		Tinggi Hujan (mm)					Hidrograf aliran m ³ /det
Jam ke	Q(m ³ /det)	36,246	9,434	6,579	5,275	4,531	
0	0	0	0	0	0	0	1,642246
1	0,04242409	1,642246	0	0	0	0	1,729048
2	0,03296325	1,276015	0,453033	0	0	0	1,831117
3	0,01415563	0,547967	0,352004	0,283146	0	0	0,867474
4	0,00696951	0,269791	0,151163	0,220003	0,226517	0	0,727624
5	0,00403519	0,156203	0,074425	0,094477	0,176002	0,226517	0,433001
6	0,00237175	0,091811	0,043090	0,046516	0,075582	0,176002	0,219016
7	0,00139403	0,053963	0,025327	0,026932	0,037213	0,075582	0,121192
8	0,00081937	0,031718	0,014886	0,015829	0,021545	0,037213	0,070905
9	0,00048160	0,018643	0,008750	0,009304	0,012664	0,021545	0,041676
10	0,00028307	0,010958	0,005143	0,005469	0,007443	0,012664	0,024498
11	0,00014638	0,006440	0,003023	0,003214	0,004375	0,007443	0,014398
12	0,00009779	0,003785	0,001777	0,001889	0,002571	0,004375	0,008462
13	0,00005748	0,002225	0,001044	0,001110	0,001511	0,002571	0,004974
14	0,00003378	0,001308	0,000614	0,000653	0,000888	0,001511	0,002924
15	0,00001986	0,000769	0,000361	0,000384	0,000522	0,000888	0,001718
16	0,00001167	0,000452	0,000212	0,000225	0,000307	0,000522	0,001010
17	0,00000686	0,000266	0,000125	0,000133	0,000180	0,000307	0,000594
18	0,00000403	0,000156	0,000073	0,000078	0,000106	0,000180	0,000349
19	0,00000237	0,000092	0,000043	0,000046	0,000062	0,000106	0,000205
20	0,00000139	0,000054	0,000025	0,000027	0,000037	0,000062	0,000121
21	0,00000092	0,000032	0,000015	0,000016	0,000022	0,000037	0,000071
22	0,00000048	0,000019	0,000009	0,000009	0,000013	0,000022	0,000042
23	0,00000028	0,000011	0,000005	0,000005	0,000007	0,000013	0,000024
24	0,00000017	0,000006	0,000003	0,000003	0,000004	0,000007	0,000011
25			0,000002	0,000002	0,000003	0,000004	0,000005
26				0,000001	0,000002	0,000003	0,000002
27					0,000001	0,000002	0,000001
28						0,000001	0,000001
DEBIT BANJIR MAKSIMAL							1,729048

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.10 Perhitungan Debit Limbah Rumah Tangga

Desa	Jumlah Penduduk	Luasan Area (Ha)	Kapasitas Penduduk	Kapasitas Po	Tajuk pertumbuhan penduduk	Pn	Q _{dt}
Desa Genteng	4150	171	24,2890585	4150	0,01591	4026,093325	0,010710831
Desa Punggul	6923	198	34,9646465	6923	0,01435	7125,083040	0,016491336
Desa Srau	8290	70	100,0789474	8290	0,04750	70545,47446	0,163299709
Desa Gelangan	10155	196	51,81122449	10155	0,04750	11143,96693	0,025796220
Desa Kertosukir	11173	146	76,52798726	11173	0,03304	12389,73996	0,028679954
Desa Kertan	7880	140	56,28371439	7880	0,03343	8309,631232	0,019443591
Desa Kutho Anom	8713	215	40,5255814	8713	0,00913	8872,786454	0,020538858
Desa Semanang	6894	183	37,67213115	6894	0,02314	7216,745778	0,016705430
Desa Batang	6526	128	51,79165070	6526	0,06651	7422,056804	0,017182720
Desa Teluk	13364	225	56,52888880	13364	1,64963	94032,88826	0,217668721
Jumlah Debit Limbah Rumah Tangga (Q _{dt})							0,386321221

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.11 Debit Total Periode Ulang Curah Hujan dan Limbah Rumah Tangga pada catchment area Cluster Valencia

No	Periode Ulang	Debit Hujan	Debit Limbah Rumah Tangga (m ³ /det)	Debit Total (m ³ /det)
1	T10	1,7290	0,5365	2,265569

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil Analisa Debit Aliran

Perbandingan Debit Aliran (Q_{aliran}) Dengan Kapasitas Saluran (Q_{saluran})

Tabel 4.12 Perbandingan Hasil Debit Aliran Dengan Debit Saluran Cluster Valencia Akibat Penambahan Catchment Area

No	Periode Ulang	Debit Total (m ³ /det)	Debit Saluran (m ³ /det)
1	T10	2,265569	1,120

Sumber : Hasil Perhitungan

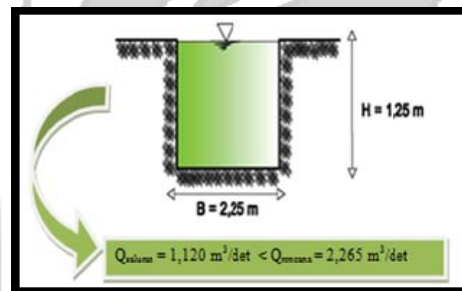
Tabel 4.13 Analisa Kapasitas Saluran

No	Saluran	Bentuk Penampang	Debit Air Hujan	Debit Air Kotor	Kapasitas Saluran	Debit yang Meluap	Analisa
1	LS1-LS2 (Sal.Sekunder)	Persegi	1,7290	0,5365	1,120	-1,1456	BANJIR
2	LS3-LS4 (Sal.Sekunder)	Persegi	1,7290	0,5365	1,120	-1,1456	BANJIR

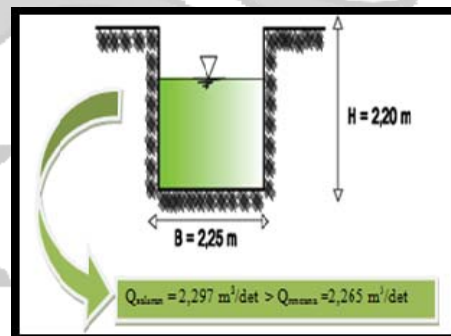
Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan normalisasi dimensi saluran

Dari hasil perhitungan saluran dengan kapasitas saluran memperlihatkan bahwa saluran dengan ukuran b = 2,25 dan h = 1,25 tidak mampu menampung debit total dengan kapasitas saluran yang diperoleh lebih kecil dibandingkan dengan debit aliran, dengan demikian dimensi yang ada perlu diperbesar. Maka akan pada normalisasi saluran direncanakan menambah kedalaman saluran



Gambar 4.2 Bentuk Penampang Persegi Drainase Pada Cluster Valencia (Saluran Sekunder Polder Pada LS1-LS2 dan LS3-LS4)



Gambar 4.9 Bentuk Penampang Persegi Setelah Dilakukan Normalisasi (Saluran Sekunder Polder pada LS1-LS2 dan LS3-LS4)

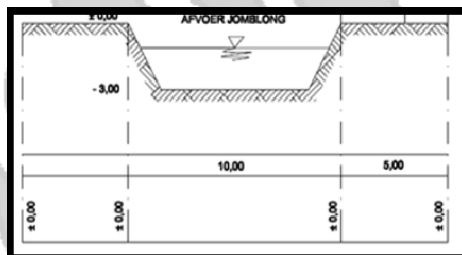
Evaluasi Saluran Existing

Tabel 4.14 Evaluasi Sistem Drainase Existing

No	Saluran	Bentuk Penampang	Debit Air Hujan	Debit Air Kotor	Kapasitas Saluran	Debit yang Meluap	Analisa
1	LS1-LS2 (Sal. Sekunder)	Persagi	1,7290	0,3365	2,2976	0,0321	AMAN
2	LS3-LS4 (Sal. Sekunder)	Persagi	1,7290	0,3365	2,2976	0,0321	AMAN

Sumber : Hasil Perhitungan

Pada saluran ini terdapat saluran utama primer yaitu sungai Jomblong, sungai jomblong memiliki lebar $B = 3 \text{ m}$ dan kedalaman $H = 10 \text{ m}$. Berikut adalah gambar potongan melintang sungai jomblong yang berada di belakang perumahan



Gambar 4.10 Saluran Utama Primer Afvoer Jomblong di Belakang Perumahan

Dari hasil perhitungan penampang sungai yang berbentuk trapesium didapatkan debit air sebesar $53,5801349 \text{ m}^3/\text{det}$.

Gambar 4.11 Kondisi Saluran Sungai Sebagai Saluran Primer
Upaya Penanggulangan

Merencanakan alternatif lain tentu sangat penting untuk direncanakan apabila upaya normalisasi saluran kurang efektif untuk menanggulangi genangan atau banjir yang terjadi. Alternatif lain yang dapat direncanakan adalah merencanakan rumah pompa. Rumah pompa bertujuan untuk

mengurangi debit banjir yang dibebankan pada saluran existing. Meningkatkan tinggi jagaan pada saluran drainase dan melakukan pengecekan berkala pada saluran drainase khususnya saluran *polder* yang merupakan (saluran sekunder) untuk mengurangi sedimentasi pada saluran.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan perhitungan serta analisis yang telah dilakukan, dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian didapatkan saluran penampang saluran yang ekonomis untuk saluran drainase akibat dari penambahan *catchment area* pada *Cluster Valencia* adalah berbentuk penampang segiempat dengan ukuran $b = 2,5 \text{ m}$ dan $h = 2,2 \text{ m}$ dengan debit saluran $Q = 2,2976 \text{ m}^3/\text{det}$. Dari hasil perhitungan debit rencana untuk 10 tahun kedepan pada area perumahan *Cluster Valencia* dihasilkan debit sebesar $2,2656 \text{ m}^3/\text{det}$. Sedangkan kapasitas saluran existing dengan ukuran $b = 2,25 \text{ m}$ dan $h = 1,25 \text{ m}$ hanya mampu menampung debit saluran sebesar $1,120 \text{ m}^3/\text{det}$, sehingga pada area perumahan dapat berpotensi terjadi banjir.
2. Dari hasil penelitian didapatkan pengaruh penambahan *catchment area* terhadap debit aliran sangat besar karena dari debit limbah rumah tangga dan hujan yang dibuang ke saluran utama sungai juga berpengaruh pada sawah yang berada di sebelah perumahan dan kondisi sungai yang buruk karena mengalami pendangkalan. Jika dilihat dari elevasi *polder* kemiringan saluran terlalu kecil yaitu 10 cm untuk mengalirkan debit aliran yang sangat besar dengan luasan area perumahan $9,9 \text{ ha}$. Kondisi sungai yang dapat menyebabkan banjir pada saluran *polder* (saluran sekunder) karena pada saat tidak musim hujan pun air akan tetap menggenang pada saluran *polder*. Kondisi saluran *polder* sebagai saluran tersier kurang baik

karena pada bawah saluran terdapat sedimen dan tinggi jagaan hanya 10 cm.

Saran

Berkaitan dengan hasil penelitian yang telah dirumuskan dalam kesimpulan diatas maka dikemukakan saran sebagai berikut:

1. Perencanaan drainase harus disesuaikan dengan benar dan sesuai dengan kondisi lapangan karena pada lokasi perumahan juga terdapat sawah yang masih produktif ditanami padi agar tidak menimbulkan kerugian. Pada sistem drainase perumahan seperti Cluster Valencia seharusnya disediakan pompa air untuk mengatasi banjir yang nantinya akan datang. Kedalaman saluran pada saluran sekunder harus ditambah untuk mencegah terjadinya banjir dan kondisi saluran harus dibersihkan dari rumput dan sedimen yang berada di bawah saluran dan dilakukan perawatan secara berkala.
2. Kemiringan saluran harus dibuat lebih landai karena lokasi perumahan yang berada dekat dengan persawahan agar air langsung mengalir ke sungai dengan cepat. Sebaiknya disediakan fasilitas penyimpanan air hujan seperti buzem atau danau yang berfungsi menyimpan atau menampung limpasan air hujan untuk sementara karena luasan area perumahan yang terus bertambah dan juga kondisi sungai yang dangkal.

Daftara Pustaka

- Asdak, Chay. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Hadihardjaja, dkk. 1997. *Drainase Perkotaan*. Jakarta : Universitas Gunadarma
- Hasmar, Halim. 2004 . *Drainase Perkotaan*. UII Press ,Yogyakarta
- H.R.Mulyanto, 2013. *Penataan Drainase Perkotaan* . Yogyakarta : Graha Ilmu
- Kodoatie, R. J . dan Sugiyanto . 2002 . *Banjir , Beberapa Penyebab dan Metode*

Pengendaliannya Dalam Perspektif Lingkungan . Andi , Yogyakarta

Kusnan, 2014. *Pengembangan Model Penanggulangan Banjir Kampus Unesa di Ketintang Surabaya*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya

Noerbambang, Soufyan Moh. dan Takeo Morimura. 2005. *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta : Pradnya Paramitha

Notodihardjo, dkk. 1998. *Drainase Perkotaan*. Jakarta : Universitas Tarumanegara

SNI 1990. *Tata Cara Perencanaan Drainase Perkotaan*. Jakarta

Sosrodarsono, 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta : Pradya Paramita

Sri Harto, Br. 1995, *Analisa Hidrologi*. Jakarta : Gramedia

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

Triatmodjo, Bambang. 1993. *Hidraulika I* . Yogyakarta. Beta Offset

Wesli, Ir . 2004 . *Drainase Perkotaan* . Yogyakarta : Graha Ilmu