

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 02	NOMER: 02	HALAMAN: 84 - 92	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 2 Nomer 2/rekat/16 (2016)	
PEMANFAATAN LUMPUR LAPINDO DAN <i>FLY ASH</i> SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PADA PEMBUATAN BATA BETON RINGAN	
<i>Wenny Masita Rosanti, E. Titiek Winanti,.....</i>	01 – 07
PRODUKTIVITAS KELOMPOK KERJA TUKANG BESI UNTUK PEKERJAAN PEMBESIAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT DI SURABAYA DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKTIVITAS	
<i>Yudha Karismawan, Hasan Dani,.....</i>	08 – 14
KAJIAN KUALITAS <i>CROSSWALK</i> PADA JALUR PEJALAN KAKI BERDASARKAN PEDESTRIAN <i>ENVIROMENTAL QUALITY INDEX</i> (PEQI) (STUDI KASUS : JALAN PAHLAWAN KOTA SEMARANG)	
<i>amanda Pattisinai,.....</i>	15 – 22
PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KERANG TERHADAP WAKTU PENGIKATAN AWAL, <i>WORKABILITY</i> , DAN KUAT TEKAN PADA PEMBUATAN BETON <i>GEOPOLYMER</i> DENGAN TEMPERATUR NORMAL	
<i>Onny Liangsari, Arie Wardhono,.....</i>	23 – 30
STUDI RESPON HARMONIS PONDASI MESIN TIPE PORTAL DENGAN SISTEM PERLETAKAN JEPIT DAN SSI	
<i>Muhammad Imaduddin,.....</i>	31 – 43
ANALISA HUBUNGAN TEGANGAN-REGANGAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON <i>GEOPOLYMER</i> BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DAN SLAG SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN PADA TEMPERATUR NORMAL	
<i>Dini Wulan Ramadhani, Arie Wardhono,.....</i>	44 – 52

PENGARUH PENAMBAHAN <i>SLAG</i> TERHADAP WAKTU PENGIKATAN AWAL, <i>WORKABILITY</i> , DAN KUAT TEKAN PADA PEMBUATAN BETON <i>GEOPOLYMER</i> PADA TEMPERATUR NORMAL <i>Dynie Siputri Titi, Arie Wardhono</i> ,	53 – 61
PENGARUH DIAMETER PEMOTONGAN PROFIL (D) TERHADAP KEKUATAN LENTUR <i>CASTELLATED BEAM</i> BUKAAN LINGKARAN (<i>CIRCULAR</i>) UNTUK STRUKTUR BALOK <i>Nita Ratna Sari, Suprpto</i> ,	62 – 68
PENGARUH TINGGI PEMOTONGAN PROFIL (H) TERHADAP KEKUATAN LENTUR <i>CASTELLATED BEAM</i> BUKAAN BELAH KETUPAT (<i>RHOMB</i>) UNTUK STRUKTUR BALOK <i>Astri Putri Rahayu, Suprpto</i> ,	69 – 75
PENGARUH JARAK BAUT SAMBUNGAN BATANG TARIK TERHADAP KUAT TARIK DAN KUAT GESER KUDA-KUDA <i>DOUBLE</i> PROFIL BAJA RINGAN <i>Moh. Hudan Manggala, Suprpto</i> ,	76 – 83
ANALISA KAPASITAS TAMPUNGAN PADA SUNGAI PUCANG KABUPATEN SIDOARJO DALAM MENAMPUNG DEBIT BANJIR <i>Evi Rahmawati , Nurhayati Aritonang</i> ,	84 – 92

ANALISA KAPASITAS TAMPUNGAN PADA SUNGAI PUCANG KABUPATEN SIDOARJO DALAM MENAMPUNG DEBIT BANJIR

Evi Rahmawati

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: evirahmawati035@gmail.com

Nurhayati Aritonang

Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: aritonangsipil@gmail.com

Abstrak

Kabupaten Sidoarjo memiliki 5 buah sungai yang salah satunya adalah sungai Pucang. Penampang sungai Pucang mengalami perubahan dimensi akibat dari debit banjir maksimal sehingga menimbulkan terjadinya kerusakan pada tanggul. Kerusakan tanggul tersebut menimbulkan longsor dan sedimen. Hal tersebut mengakibatkan kapasitas tampung sungai Pucang menjadi lebih tinggi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh hasil perhitungan dari data-data dan hasil simulasi aliran seperti (1) besar debit banjir eksisting dengan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, dan 50 tahun pada sungai Pucang, (2) kapasitas tampung sungai Pucang saat menampung debit banjir maksimal kala ulang 10 tahun (saluran primer), (3) Faktor-faktor penyebab banjir pada sungai Pucang dan (4) solusi penanggulangan dari permasalahan banjir yang terjadi pada sungai Pucang.

Hasil penelitian ini diperoleh dari perhitungan debit banjir maksimal kala ulang 10 tahun dengan menggunakan persamaan Manning yaitu sebesar $Q_{10} = 110.42 \text{ m}^3/\text{detik}$. Kapasitas tampung debit banjir yang dapat ditampung oleh sungai Pucang sebesar $Q_{\text{sal}} = 68.23 \text{ m}^3/\text{detik}$ yang artinya bahwa $Q_{10} = 110.42 \text{ m}^3/\text{detik} > Q_{\text{sal}} = 68.23 \text{ m}^3/\text{detik}$. Adapun penyebab meluapnya sungai Pucang dikarenakan oleh endapan sedimen dan besarnya debit banjir yang ditampung sungai Pucang. Upaya penanggulangan yang dapat diambil yaitu normalisasi sungai, perencanaan pembangunan rumah pompa pada daerah hilir tepatnya pada desa Bluru Kidul dan atau pengerukan sedimen secara berkala.

Kata Kunci: Debit, kapasitas tampungan sungai, banjir.

Abstract

Sidoarjo regency has five rivers, one of which is the river Pucang. The cross-section of the river Pucang undergo dimensional changes resulting from the maximum flood discharge causing damage to the embankment. The levee damage caused landslides and sediment. This resulted in the carrying capacity of the river Pucang be higher.

The purpose of this study was to obtain the results of the calculation of the data and the results of flow simulation such as (1) a large flood discharge existing with a return period of 2 years, 5 years, 10 years, 25 years, and 50 years on the river Pucang, (2) capacity tamping river flood discharge Pucang time accommodating the maximum return period of 10 years (primary channel), (3) factors that cause flooding on the river Pucang and (4) the solution prevention of flooding problems that occur in the river Pucang.

Results of this study was obtained from the calculation of flood discharge maximum return period of 10 years by using Manning equation is equal $Q_{10} = 110.42 \text{ m}^3 / \text{sec}$. The capacity of flood discharge capacity that can be accommodated by the river Pucang of $Q_{\text{sal}} = 68.23 \text{ m}^3 / \text{sec}$, which means that $Q_{10} = 110.42 \text{ m}^3 / \text{sec} > Q_{\text{sal}} = 68.23 \text{ m}^3 / \text{sec}$. The cause of the overflow of the river Pucang caused by sediment deposition and the magnitude of the flood discharge river Pucang accommodated. Prevention efforts that can be taken is a river normalization, development planning in areas downstream pump house precisely on Bluru Kidul village and dredging sediment periodically.

Keywords: Discharge, storage capacity of river, flood.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Letak astronomis Indonesia yang berada pada garis khatulistiwa, menyebabkan Indonesia hanya mempunyai 2 musim yaitu musim kemarau dan penghujan. Masalah yang sering ditimbulkan pada saat musim penghujan adalah banjir. Dinas Pekerjaan Umum (PU) pengairan

Sidoarjo menetapkan 2 sungai yang menjadi penyebab banjir adalah sungai Buntung dan sungai Pucang (Bangsaonline, 11/03/2014). Sungai Pucang adalah salah satu sungai yang melewati perkotaan di kabupaten Sidoarjo. Daerah Aliran Sungai (DAS) Pucang memiliki luas sebesar 5352 Ha dan panjang aliran sungai Pucang

sebesar 14,274 km (Fasilitasi Penyusunan *Masterplan dan Drainage Engineering Design (DED)* Drainase Kabupaten Sidoarjo, 2014). Debit banjir yang sangat besar dan ditambah lagi dengan adanya efek air balik pengaruh pasang surut air laut dan adanya endapan sedimen menyebabkan luapan pada sungai Pucang dan menyumbat aliran pada saluran pembuang sehingga air pada saluran pembuang tidak dapat membuang pada sungai Pucang. Permasalahan tersebut menyebabkan terjadinya genangan pada DAS Pucang.

Akibat dari permasalahan banjir pada sungai Pucang, perlu adanya analisis kembali terhadap kapasitas tampungan debit banjir yang terjadi pada sungai Pucang dengan adanya volume sedimen pada dasar tanggul.

Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah:

1. Berapa debit banjir eksisting dengan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, dan 50 tahun pada sungai Pucang, kabupaten Sidoarjo?
2. Berapakah kapasitas tampungan pada sungai Pucang saat menampung debit banjir eksisting kala ulang 10 tahun (periode ulang untuk saluran primer)?
3. Apakah faktor-faktor dari penyebab banjir pada sungai Pucang?
4. Bagaimana solusi penanggulangan dari permasalahan banjir yang terjadi pada sungai Pucang?

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan besar debit banjir eksisting dengan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, dan 50 tahun pada sungai Pucang kabupaten Sidoarjo.
2. Mengetahui kapasitas tampungan pada sungai Pucang saat menampung debit banjir eksisting kala ulang 10 tahun (periode ulang untuk saluran primer).
3. Mengetahui factor-faktor dari penyebab banjir pada sungai Pucang.
4. Mendapatkan solusi penanggulangan dari permasalahan banjir yang terjadi pada sungai Pucang.

Manfaat Penelitian

Hasil dari analisis kapasitas debit banjir pada sungai Pucang diharapkan dapat memberikan manfaat baik bagi mahasiswa, masyarakat maupun pemerintah dalam hal penanganan banjir.

Batasan Penelitian

Pembatasan masalah pada analisa kapasitas tampungan debit banjir pada sungai Pucang adalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya menganalisis kapasitas tampungan debit banjir pada penampang sungai Pucang dengan adanya volume sedimen pada dasar tanggul sungai Pucang.

2. Penelitian tidak menghitung besarnya evaporasi, evapotranspirasi, infiltrasi, sedimen *transport* dan debit untuk irigasi.
3. Debit yang digunakan dalam analisa kapasitas adalah debit yang berasal dari curah hujan 20 tahun serta debit air kotor buangan domestik dan non domestik tanpa memasukkan debit yang berasal dari efek air balik pengaruh pasang surut air laut.
4. Data curah hujan yang digunakan dalam analisis debit air hujan adalah 20 tahun mulai dari tahun 1995-2014.
5. Debit air kotor buangan yang diambil berasal dari air kotor buangan rumah tangga berupa limbah cair saja tanpa limbah padat yang hanya berada pada wilayah DAS Pucang.
6. Potongan melintang (*cross section*) pada sungai Pucang berdasarkan pada data yang bersumber dari konsultan perencana dan Dinas Pengairan Kabupaten Sidoarjo.

TINJAUAN PUSTAKA

sungai adalah suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan, dan membentuk perpaduan antara alur dan aliran air (Sosrodarsono, 1984:1). Sedangkan Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggungan gunung/pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik atau stasiun yang ditinjau (Triatmodjo, 2008:7).

Analisa Hidrologi

1. Curah hujan daerah

Curah hujan daerah dapat diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan. Cara dalam menentukan tinggi curah hujan rata-rata di atas areal tertentu dari angka-angka curah hujan di beberapa titik, pos penakar atau pencatat, yaitu:

- a. Rata-rata aritmatik
 - b. Metode *Thiessen*
 - c. Metode *Isohiet*
2. Hujan andalan

Menurut Wesli (2008:27), hujan andalan adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan, kemudian intensitas ini digunakan untuk mengestimasi debit rencana. Perhitungan hujan andalan menggunakan aplikasi distribusi peluang log *Pearson* type III, perhitungan curah hujan rencana pada periode ulang, uji kecocokan berupa Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

3. Debit rencana

Menurut Kamiana (2010:7), debit rencana (Q_T) adalah debit dengan periode ulang tertentu (T) yang diperkirakan

akan melalui suatu sungai atau bangunan air. Perhitungan debit rencana dengan menggunakan 2 (dua) metode yaitu:

a. Metode rasional

Menurut Kusnan (2013:28), metode ini penggunaannya terbatas untuk DAS-DAS dengan ukuran kecil, yaitu kurang dari 300 ha.

Persamaan matematik metode rasional menurut Kusnan (2013:28), dinyatakan dalam bentuk persamaan:

$$Q_P = 0,002778 CIA \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- Q_P = 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)

b. HSS (Hidrograf Satuan Sintesis) Nakayasu

Menurut Kamiana (2010:105), hidrograf adalah penyajian secara grafis hubungan salah satu unsur aliran misalnya debit (Q) terhadap waktu (t). Sedangkan hidrograf satuan adalah hidrograf limpasan langsung (limpasan permukaan) yang dihasilkan oleh hujan satuan.

Menurut Soemarto (1995:100), perhitungan debit rencana dengan HSS (Hidrograf Satuan Sintesis) Nakayasu ditunjukkan pada rumus sebagai berikut:

$$Q_P = \frac{A \cdot R_0}{2.5 (0.8 T_p + T_{0.3})} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- Q_p = debit puncak banjir (m^3 / dt)
- A = luas daerah aliran sungai (km^2)
- R_0 = hujan satuan (mm)
- T_p = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)
- $T_{0.3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai debit menjadi 30 % dari debit puncak (jam)

4. Debit air buangan domestik dan non domestik

Menurut Kodoatie (2005:196), air limbah domestik air bekas yang tidak dapat dipergunakan lagi untuk tujuan semula baik yang mengandung kotoran manusia (tinja) atau dari aktivitas dapur, kamar mandi dan cuci.

Debit air buangan domestik berasal dari air buangan rumah tangga sedangkan air buangan non domestik berasal dari air buangan limbah pabrik.

Sedimentasi

Menurut Asdak (1995:392), sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai, dan waduk.

Analisa Hidrolika

1. Klasifikasi jenis aliran

Aliran menurut kedalaman dan waktu dalam saluran terbuka dibagi menjadi 2 (dua) yaitu aliran tetap (*steady flow*) dan aliran tidak tetap (*unsteady flow*) (Wesli, 2008:59).

2. Pengaplikasian program HEC-RAS

Aplikasi HEC-RAS (*Hidrologic Engineering Center-River Analysis System*) adalah aplikasi yang dapat digunakan dalam menganalisis kapasitas debit banjir pada sungai maupun saluran drainase.

3. Persamaan Manning

Persamaan Manning pertama kali disajikan oleh Robert Manning pada tahun 1889. Persamaan Manning adalah metode yang paling banyak digunakan dalam menganalisis aliran air pada saluran terbuka. Dalam perhitungan dengan menggunakan persamaan Manning mempunyai asumsi bahwa aliran air dalam saluran terbuka dimana air terbuka terhadap udara. Menurut Ven Te Chow (1997:89), rumus persamaan Manning adalah sebagai berikut:

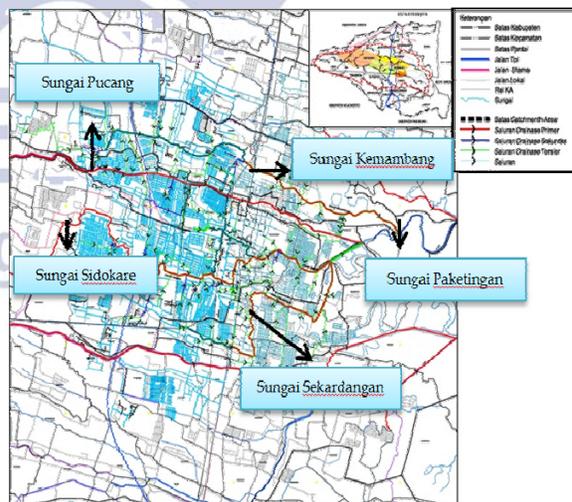
$$Q = \frac{1.486}{n} A R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- N = nilai kekasaran Manning
- S_0 = slope (kemiringan dasar saluran) (m/m)
- A = luas penampang saluran (m^2)
- P = keliling saluran (m)

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian



Gambar 1. Daerah Aliran Sungai Pucang
(Sumber: PT. CANDIKENCANA SABDA WISESA)

Tabel 2. Hasil Perhitungan Log Pearson III DAS Pucang

No	Tahun	CH Daerah	URUTAN KURUS	Log X	Log - Log		
					$\log - \log x$	$\log x - \log x'$	$\log x - \log x''$
1	1993	82.62	134.42	1.91240	0.29379	0.009428	0.016739
2	1994	80.50	101.92	1.00320	0.19328	0.018389	0.002492
3	1997	80.15	87.44	1.90871	0.11889	0.013471	0.001995
4	1998	84.54	84.14	1.92377	0.00880	0.008228	0.000033
5	1999	89.83	82.99	1.95044	0.09379	0.009170	0.000878
6	2000	83.83	87.03	1.93997	0.00999	0.004488	0.000301
7	2001	84.84	84.84	1.92890	0.03382	0.003128	0.000173
8	2002	82.89	82.02	1.91392	0.04224	0.003779	0.000078
9	2003	87.44	81.12	1.90919	0.03843	0.003229	0.000048
10	2004	79.87	80.83	1.90500	0.03382	0.003128	0.000039
11	2005	89.83	77.83	1.89120	0.01888	0.003743	0.000009
12	2006	87.83	79.87	1.90489	0.01193	0.000149	0.000002
13	2007	81.47	89.49	1.90892	-0.00073	0.000948	-0.000028
14	2008	81.12	80.7	1.91179	-0.00092	0.003269	-0.000731
15	2009	80.83	80.43	1.91140	-0.00128	0.003322	-0.000791
16	2010	134.42	89.83	1.94348	-0.00721	0.000930	-0.000099
17	2011	87.83	87.83	1.93980	-0.00077	0.000000	-0.000033
18	2012	89.49	89.83	1.94380	-0.11487	0.013794	-0.001044
19	2013	101.92	82.47	1.91991	-0.11279	0.013937	-0.001301
20	2014	87.83	89.83	1.90000	-0.21770	0.013822	-0.002039
Jumlah				37.4320	0.00000	0.028074	-0.000008
Rata-Rata				1.9220	0.00000	0.014037	-0.000004

(Sumber: Hasil Perhitungan)

b. Perhitungan curah hujan per periode ulang

Periode ulang yang digunakan dalam perhitungan curah hujan daerah adalah 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun dan 50 tahun. Hasil perhitungan curah hujan daerah per periode ulang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Curah Hujan Daerah per Periode Ulang pada DAS Pucang

T _r (Tahun)	P _r (%)	G	Standar Deviasi (S _x)	Log X	C _s	Log R _r	R _r
5	25	0.8416	0.12156	1.87267	-0.0098	1.975	94.40
10	10	1.2810	0.12156	1.87267	-0.0098	2.028	106.76
25	5	1.7477	0.12156	1.87267	-0.0098	2.085	121.65
50	2	2.0488	0.12156	1.87267	-0.0098	2.122	132.35

(Sumber: Hasil Perhitungan)

c. Uji kecocokan

Uji kecocokan dibagi menjadi 2 yaitu uji kecocokan Chi-Kuadrat dan uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov. Hasil perhitungan uji kecocokan Chi-kuadrat ditunjukkan pada tabel 4 sedangkan uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 4. Perhitungan Uji Chi-Kuadrat pada DAS Pucang

No	Interval Kelas Data Hujan Maksimum			Ef	Of	(Of-Ef)^2	X^2-hit
1	39.9	-	58.9	4	6	4	1.00
2	59	-	78	4	7	9	2.25
3	78.1	-	97.1	4	4	0	0.00
4	97.2	-	116.2	4	2	4	1.00
5	116.3	-	135.3	4	1	9	2.25
Jumlah Total				20	20	26	6.50

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Persyaratan untuk nilai uji Chi-Kuadrat adalah $X^2_{cr} > X^2$ hitung, Sedangkan pada tabel nilai uji chi-kuadrat X^2_{cr} didapat nilai 27.6 maka $27.6 > 6.50$ (diterima).

Tabel 5. Uji Smirnov-Kolmogorov pada DAS Pucang

No	Tahun	CH Daerah	URUTAN KURUS	Log X	$\log - \log x$	$\log x - \log x'$	$\log x - \log x''$	D _{max}
1	1993	82.62	134.42	1.91240	0.29379	0.009428	0.016739	0.0000
2	1994	80.50	101.92	1.00320	0.19328	0.018389	0.002492	0.0000
3	1997	80.15	87.44	1.90871	0.11889	0.013471	0.001995	0.0000
4	1998	84.54	84.14	1.92377	0.00880	0.008228	0.000033	0.0000
5	1999	89.83	82.99	1.95044	0.09379	0.009170	0.000878	0.0000
6	2000	83.83	87.03	1.93997	0.00999	0.004488	0.000301	0.0000
7	2001	84.84	84.84	1.92890	0.03382	0.003128	0.000173	0.0000
8	2002	82.89	82.02	1.91392	0.04224	0.003779	0.000078	0.0000
9	2003	87.44	81.12	1.90919	0.03843	0.003229	0.000048	0.0000
10	2004	79.87	80.83	1.90500	0.03382	0.003128	0.000039	0.0000
11	2005	89.83	77.83	1.89120	0.01888	0.003743	0.000009	0.0000
12	2006	87.83	79.87	1.90489	0.01193	0.000149	0.000002	0.0000
13	2007	81.47	89.49	1.90892	-0.00073	0.000948	-0.000028	0.0000
14	2008	81.12	80.7	1.91179	-0.00092	0.003269	-0.000731	0.0000
15	2009	80.83	80.43	1.91140	-0.00128	0.003322	-0.000791	0.0000
16	2010	134.42	89.83	1.94348	-0.00721	0.000930	-0.000099	0.0000
17	2011	87.83	87.83	1.93980	-0.00077	0.000000	-0.000033	0.0000
18	2012	89.49	89.83	1.94380	-0.11487	0.013794	-0.001044	0.0000
19	2013	101.92	82.47	1.91991	-0.11279	0.013937	-0.001301	0.0000
20	2014	87.83	89.83	1.90000	-0.21770	0.013822	-0.002039	0.0000
Jumlah				37.4320	0.00000	0.028074	-0.000008	0.0000
Rata-Rata				1.9220	0.00000	0.014037	-0.000004	0.0000

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Berdasarkan jumlah data sebanyak 20 dan $\alpha = 5\%$ maka nilai D_0 yang didapat pada tabel nilai kritis uji Smirnov-Kolmogorov (lihat lampiran 6) adalah 0.29. Syarat uji Smirnov-Kolmogorov adalah $D_{max} < D_0$, maka $0.0601 < 0.29$ (diterima).

2. Perhitungan Debit Curah Hujan Efektif dan Distribusi Hujan

a. Koefisien pengaliran gabungan pada DAS Pucang

Tabel 6. Nilai Koefisien Pengaliran Gabungan pada DAS Pucang

No	Pegunungan Lahan	Koef. Pengaliran (C)	Koefisien Pengaliran DAS Pucang	
			Luas Lahan	C
1	Perumahan	0.25	21.744	0.001
2	Ruang Terbuka Hijau	0.15	24.424	0.001
3	Jalan	0.25	37.472	0.002
4	Sawah Irigasi	0.25	32.084	0.000
5	Kebun	0.25	215.481	0.018
6	Perkebunan Perikanan	0.40	1.024.324	0.124
7	Perkebunan	0.25	37.472	0.001
8	Tanah Pertanian Kotoran	0.25	21.744	0.001
Luas Total			2242.448	0.000
Koef. Pengaliran Gab. (C) Efektif				0.250

(Sumber: Hasil Perhitungan)

b. Perhitungan nilai curah hujan efektif dan distribusi hujan

Konsentrasi hujan besar umumnya terjadi selama 5 jam. Distribusi hujan jam-jaman berdasarkan atas rasio distribusi 5 jam.

Tabel 7. Curah Hujan Efektif dan Distribusi Hujan pada DAS Pucang

Periode Ulang	CH Daerah (R _r)	Koef. Pengaliran (C-Eks)	CH Efektif (R _{eff})	Distribusi Hujan				
				R1	R2	R3	R4	R5
2	74.624	0.452	33.695	19.712	5.122	3.605	2.864	2.426
5	94.401	0.452	42.625	24.936	6.479	4.561	3.623	3.069
10	106.756	0.452	48.204	28.199	7.327	5.158	4.097	3.471
25	121.651	0.452	54.929	32.134	8.349	5.877	4.669	3.955
50	132.350	0.452	59.760	34.960	9.084	6.394	5.080	4.303

(Sumber: Hasil Perhitungan)

3. Perhitungan debit air kotor domestik dan non domestik

a. Perhitungan debit air kotor domestik

Tabel 8. Hasil Perhitungan Debit Air Kotor Domestik

No.	Nama Kecamatan	Kepulauan (Pd)	Laju Pertumbuhan Persepsi (r)	n	Jumlah Penduduk Tahun K-1 (Pd)	Ketentuan Air Bersih (Qab)	Qab (m ³ /detik)
1	Sidoarjo	12202	0.09(083978)	3	24872	12%	0.0276161
2	Wanayasa	48357	0.04663975	3	55763	12%	0.0619481
3	Bodreah	5102	0.073810346	3	3979	12%	0.0110879
4	Prambanan	5925	0.001307385	3	5931	12%	0.0077811
5	Sukdan	38113	0.011067177	3	39703	12%	0.044134
6	Balanganendo	15913	0.063068546	3	21463	12%	0.0227169
Debit Air Kotor DAS Pucang							0.1752330

(Sumber: Hasil Perhitungan)

b. Perhitungan debit air kotor non domestik

Pada DAS Pucang terdapat 3 kompleks industri yaitu pabrik gula Watutulis yang terdapat pada sub DAS Dasakarya, PT. Ciomas Adisatwa pada sub DAS Pager dan PT. Sumber Djaja Perkasa pada sub DAS Jogopati. Perhitungan debit air kotor non domestik adalah sebagai berikut:

$$Q_{nondom} = \text{jumlah fasilitas (industri)} \times Q_{ab}$$

$$Q_{nondom} = 80\% \times 3 \times \left(\frac{0.8}{24 \times 60} \times 10^3 \right)$$

$$Q_{nondom} = 0.0048 \text{ m}^3/\text{detik}$$

c. Debit air kotor gabungan

Debit gabungan dari air kotor domestik dan non domestik adalah sebagai berikut:

$$Q_{akgab} = 0.1752330 + 0.0048 = 0.18003 \text{ m}^3/\text{detik}$$

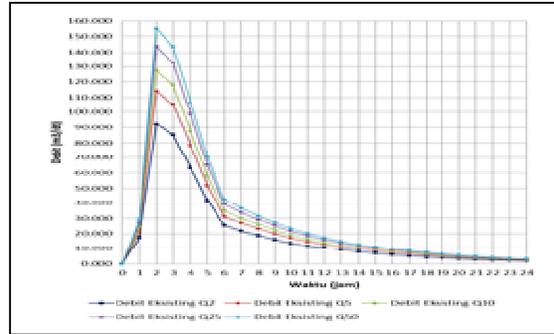
4. Perhitungan HSS (Hidrograf Satuan Sintesis) Nakayasu

Penggunaan metode HSS Nakayasu dipakai karena luas DAS Pucang yang luas yaitu 5352 Ha sehingga tidak mungkin hujannya merata. Hasil perhitungan HSS Nakayasu pada DAS Pucang adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil Perhitungan HSS Nakayasu pada DAS Pucang

T (Jam)	Unit Hydrograph	Q2 (m ³ /det)	Q5 (m ³ /det)	Q10 (m ³ /det)	Q25 (m ³ /det)	Q50 (m ³ /det)
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.504	17.167	21.670	24.482	27.873	30.308
2	2.661	89.840	113.602	128.446	146.343	159.197
3	2.459	83.047	105.010	118.729	135.270	147.150
4	1.827	61.740	78.055	88.247	100.535	109.360
5	1.205	40.781	51.542	58.264	66.368	72.189
6	0.724	24.583	31.051	35.091	39.962	43.460
7	0.624	21.213	26.787	30.270	34.468	37.483
8	0.538	18.308	23.113	26.114	29.733	32.332
9	0.464	15.805	19.946	22.533	25.652	27.892
10	0.400	13.647	17.216	19.446	22.134	24.065
11	0.344	11.787	14.864	16.785	19.102	20.766
12	0.297	10.184	12.836	14.492	16.489	17.923
13	0.256	8.803	11.088	12.516	14.237	15.473
14	0.221	7.612	9.582	10.812	12.296	13.361
15	0.190	6.586	8.283	9.344	10.622	11.541
16	0.164	5.701	7.164	8.078	9.180	9.972
17	0.141	4.939	6.200	6.988	7.937	8.620
18	0.122	4.281	5.368	6.047	6.866	7.454
19	0.105	3.715	4.652	5.237	5.943	6.450
20	0.090	3.227	4.034	4.539	5.147	5.584
21	0.078	2.806	3.502	3.937	4.461	4.837
22	0.067	2.443	3.043	3.418	3.870	4.194
23	0.058	2.131	2.648	2.971	3.360	3.640
24	0.050	1.861	2.307	2.585	2.921	3.162

(Sumber: Hasil Perhitungan)

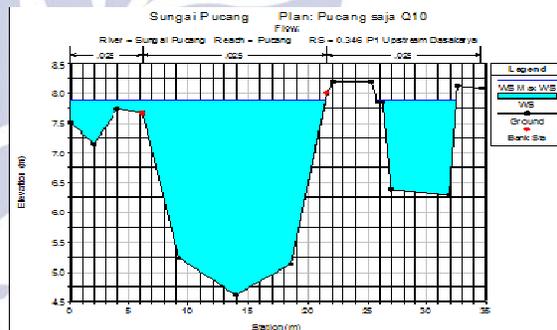


Gambar 3. Hidrograf Banjir pada DAS Pucang (Sumber: Hasil Perhitungan)

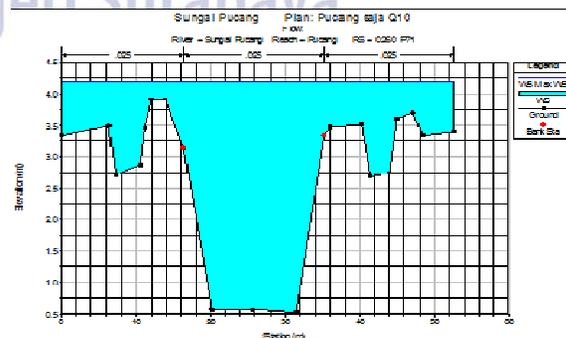
Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika bertujuan untuk mengetahui kapasitas tampungan debit banjir pada sungai pucang. Analisa hidrolika dalam penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu dengan menggunakan program aplikasi HEC-RAS dan persamaan Manning.

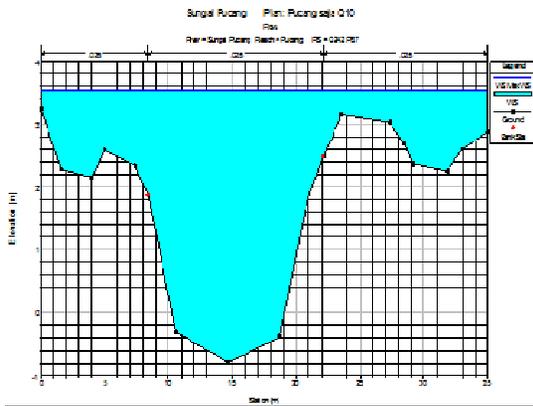
- Analisa hidrolika dengan program aplikasi HEC-RAS
 - Pemodelan aliran sungai dibuat suatu skema model yang menggambarkan sistem sungai Pucang. Skema pemodelan pada sungai Pucang mencakup kondisi batas hilir (*downstream boundary condition*), kondisi batas hulu (*upstream boundary condition*) dan *lateral inflow*. Hasil dari pemodelan sungai Pucang adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Hasil Simulasi Debit Banjir Pada Bagian Hulu (RS 0.346) (Sumber: Hasil Analisa Program HEC-RAS)

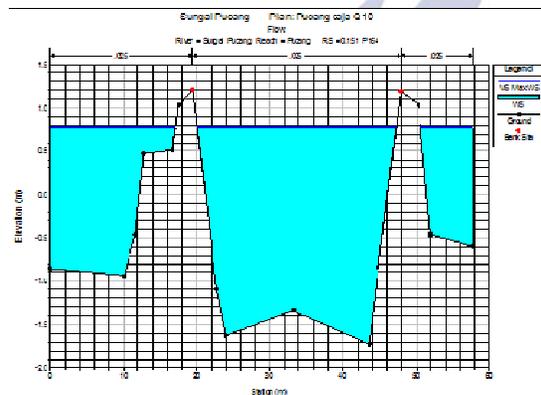


Gambar 5. Hasil Simulasi Debit Banjir Pada Ruas R1 (RS 0.260) (Sumber: Hasil Analisa Program HEC-RAS)



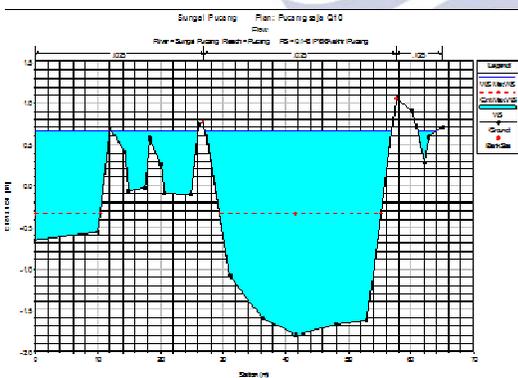
Gambar 6. Hasil Simulasi Debit Banjir Pada Ruas R13 (RS 0.242)

(Sumber: Hasil Analisa Program HEC-RAS)



Gambar 7. Hasil Simulasi Debit Banjir Pada Ruas R24 (RS 0.151)

(Sumber: Hasil Analisa Program HEC-RAS)



Gambar 7. Hasil Simulasi Debit Banjir Pada Bagian Hilir (RS 0.148)

(Sumber: Hasil Analisa Program HEC-RAS)

2. Analisa hidrolika dengan persamaan Manning

Contoh perhitungan analisa hidrolika dengan persamaan Manning sungai Pucang pada ruas R1 adalah sebagai berikut:

Perhitungan debit banjir eksisting pada ruas R1 adalah dengan nomor rumus 1.

$$Q_P = (0,002778 \text{ CIA}) + Q_{ak} = 39.68 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Perhitungan debit banjir pada penampang sungai pada ruas R1 adalah dengan nomor rumus 3.

$$Q = \frac{1}{n} \times \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} S_0^{1/2} = 76.24 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Debit eksisting harus lebih kecil daripada debit pada penampang saluran maka $39.44 \text{ m}^3/\text{dt} < 76.24 \text{ m}^3/\text{dt}$ maka penampang tersebut aman.

3. Upaya penanggulangan banjir

a. Normalisasi pada sungai Pucang

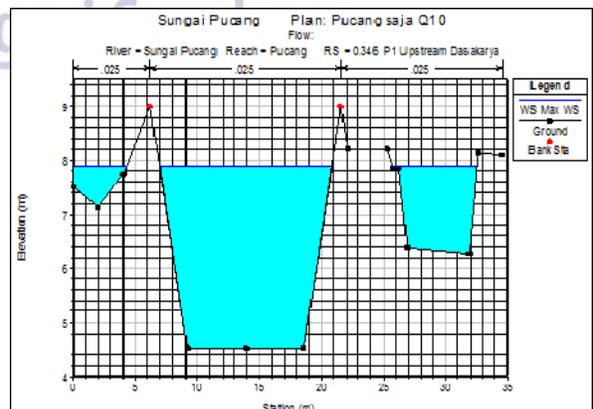
Normalisasi pada sungai Pucang yaitu dengan cara memperlebar dimensi penampang dan mempertinggi tanggul. Hasil dari perhitungan persamaan Manning didapat normalisasi penampang sungai Pucang adalah sebagai berikut:

Tabel 10. Detail Hasil Normalisasi pada Sungai Pucang

No	No. Sub Cab	Sistem Drainase dan Saluran	Dimensi Eksisting			Dimensi Rencana		
			Lebar		Tinggi	Lebar		Tinggi
			Dasar b (m)	Atas a (m)	Saluran H (m)	Dasar b (m)	Atas a (m)	Saluran H (m)
1		Sal. Pucang (R1)	10.7	18	3.5	12	18	4.5
2		Sal. Pucang (R2)	7.9	19.2	3.4	16	23	4.5
3		Sal. Pucang (R3)	8.5	19.4	3.6	16	23	4.5
4		Sal. Pucang (R4)	8.5	19.4	3.6	16	23	4.5
5		Sal. Pucang (R5)	6	18.7	3.7	16	23	4.5
6		Sal. Pucang (R6)	6	18.7	3.7	16	23	4.5
7		Sal. Pucang (R7)	8.1	16.7	2.5	16	23	4.5
8		Sal. Pucang (R8)	8.1	16.7	2.5	16	23	4.5
9		Sal. Pucang (R9)	8	15.7	3.8	16	23	4.5
10		Sal. Pucang (R10)	8	21.3	4	16	23	4.5
11		Sal. Pucang (R11)	8	21	4	16	23	4.5
12		Sal. Pucang (R12)	8.55	19.6	3.7	16	23	4.5
13		Sal. Pucang (R13)	8.2	16.2	3.1	17	24	4
14		Sal. Pucang (R14)	9.6	21.4	3.6	17	24	4
15		Sal. Pucang (R15)	10.6	20	3	17	24	4
16		Sal. Pucang (R16)	10.9	15.5	3.4	18	25	4
17		Sal. Pucang (R17)	11.7	16.8	3	18	25	4
18		Sal. Pucang (R18)	11.7	16.4	2.8	18	25	4
19		Sal. Pucang (R19)	13.2	17.3	2.3	18	25	4
20		Sal. Pucang (R20)	11.7	16.3	2.6	18	25	4
21		Sal. Pucang (R21)(1)	13	16.8	2.6	18	25	4
22		Sal. Pucang (R21)(2)	13	16.8	2.6	18	25	4
23		Sal. Pucang (R21)(3)	13	16.8	2.6	18	25	4
24		Sal. Pucang (R22)	25.2	32.3	2.75	19	26	4
25		Sal. Pucang (R23)	25.4	32	2.6	19	26	4
26		Sal. Pucang (R24)	19.6	28.5	3	19	26	4

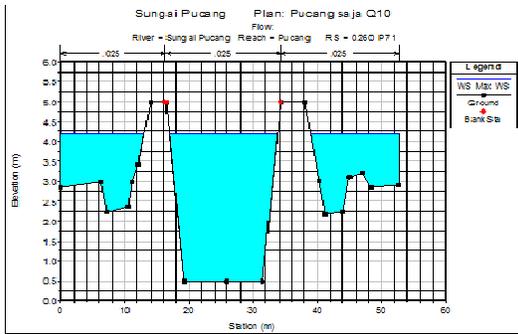
(Sumber: Hasil Perhitungan)

Hasil simulasi debit banjir setelah normalisasi pada program aplikasi HEC-RAS.

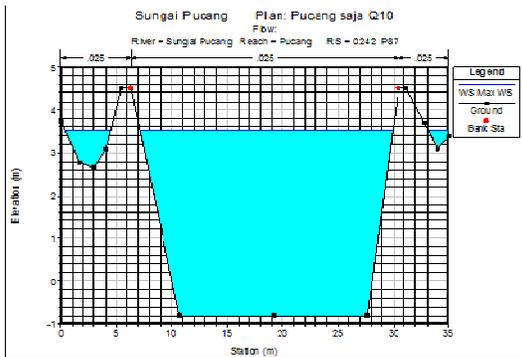


Gambar 8. Hasil Normalisasi Pada Hulu (RS 0.346)

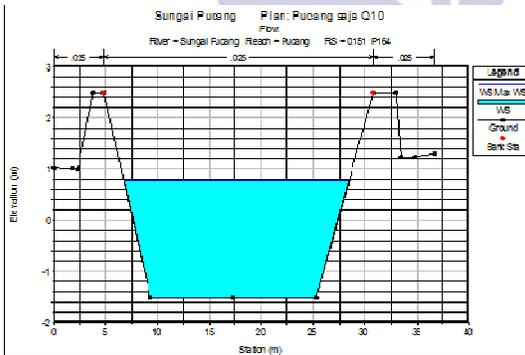
(Sumber: Hasil Analisa Program HEC-RAS)



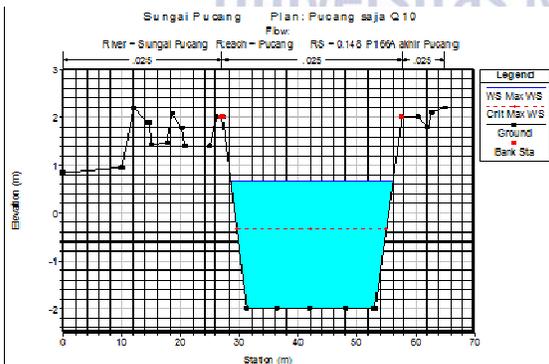
Gambar 9. Hasil Normalisasi Ruas R1 (RS 0.260)
(Sumber: Hasil Analisa Program HEC-RAS)



Gambar 10. Hasil Normalisasi Ruas R13 (RS 0.242)
(Sumber: Hasil Analisa Program HEC-RAS)



Gambar 11. Hasil Normalisasi Ruas R24 (RS 0.151)
(Sumber: Hasil Analisa Program HEC-RAS)



Gambar 12. Hasil Normalisasi Pada Hilir (RS 0.148)
(Sumber: Hasil Analisa Program HEC-RAS)

b. Perencanaan rumah pompa

Perencanaan kebutuhan rumah pompa bertujuan untuk mengurangi sementara debit banjir yang terjadi pada sungai Pucang ke dalam buzem. Perhitungan kebutuhan rumah pompa menggunakan debit dengan kala ulang 10 tahun sesuai dengan kriteria desain bahwa sungai menggunakan debit Q10. Hasil dari perhitungan perencanaan rumah pompa adalah sebagai berikut:

Tabel 11. Perhitungan Kebutuhan Rumah Pompa

Stasiun	Q	Vol		7% Vol Total	E Pemasangan				Vol Pemasangan	Garis	Long	Rata
		m ³	detik		m ³	m ³	m ³	m ³				
0000	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0005	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0010	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0015	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0020	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0025	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0030	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0035	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0040	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0045	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0050	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0055	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0060	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0065	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0070	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0075	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0080	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0085	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0090	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0095	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0100	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0105	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0110	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0115	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0120	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0125	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0130	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0135	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0140	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0145	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0150	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0155	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0160	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0165	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0170	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0175	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0180	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0185	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0190	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0195	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4
0200	2000	2000	2000	2000	4	4	4	4	4	4	4	4

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Hasil dari perhitungan kebutuhan rumah pompa dengan debit Q₁₀ mengandalkan pompa sebanyak 10 pompa yang masing masing terdiri dari 3 unit pompa banjir dengan kapasitas 2.5 m³/detik, 3 unit pompa banjir dengan kapasitas 2 m³/detik, 2 unit pompa banjir dengan kapasitas 1.5 m³/detik, 2 unit pompa lumpur kapasitas 2 m³/detik dan pompa bekerja selama 16 jam.

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Hasil dari perhitungan dan pembahasan didapat simpulan sebagai berikut:

1. Debit banjir eksisting sungai Pucang pada kondisi maksimal didapat dari hasil perhitungan pada tabel 4.64 sebesar Q₂= 89.84 m³/detik, Q₅= 113.60 m³/detik, Q₁₀= 128.45 m³/detik, Q₂₅= 146.34 m³/detik, Q₅₀= 159.20 m³/detik.
2. Hasil simulasi aliran dengan perhitungan menggunakan persamaan Manning pada ruas R1 didapat Q_{eks} < Q_{sal} maka kapasitas tampungan aman. Sedangkan simulasi aliran dengan menggunakan program aplikasi HEC-RAS didapat Q_{eks} > Q_{sal} sehingga air aman/tidak meluap
3. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan luapan sungai Pucang diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. DAS Pucang yang sangat besar sehingga menampung debit yang besar.
 - b. Adanya endapan sedimen pada dasar tanggul sungai Pucang yang semakin menumpuk.
 - c. Perubahan dimensi sungai Pucang akibat dari kerusakan dan kelongsoran tanggul samping.
 - d. Adanya efek air balik pengaruh pasang surut air laut.
 - e. Rusaknya dam Dasakarya sehingga debit pada sungai Pucang tidak dapat dibagi untuk irigasi.
 - f. Banyaknya tanaman eceng gondok dan tanaman liar serta sampah-sampah yang dapat menghambat aliran.
 - g. Letak sungai Pucang yang melintang pada pusat perkotaan sehingga perlu adanya jembatan penyeberangan. Pilar-pilar jembatan tersebut dapat mengurangi kapasitas tampungan debit banjir pada sungai Pucang.
4. Upaya penanggulangan banjir pada sungai Pucang yang dapat dilakukan yaitu pembangunan rumah pompa dengan pompa sebanyak 10 pompa yang masing masing terdiri dari 3 unit pompa banjir dengan kapasitas 2.5 m³/detik, 3 unit pompa banjir dengan kapasitas 2 m³/detik, 2 unit pompa banjir dengan kapasitas 1.5 m³/detik, 2 unit pompa lumpur kapasitas 2 m³/detik dan pompa bekerja selama 16 jam. Upaya penanggulangan pada sungai Pucang juga dengan cara normalisasi penampang sungai. Normalisasi penampang sungai dengan cara pelebaran penampang dan peninggian tanggul.

B. Saran

Skripsi ini banyak kekurangan pada pembahasan dalam penanggulangan banjir maka dapat diberikan beberapa saran untuk perencanaan sungai dan sistem drainase pada DAS Pucang kabupaten Sidoarjo selanjutnya. Saran untuk melengkapi skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya perencanaan untuk pengalihan debit banjir pada sungai Pucang ke sungai yang memiliki debit lebih kecil.
2. Perlu adanya perencanaan pintu air pada *outlet* saluran tersier dan saluran sekunder yang langsung membuang ke sungai.
3. Perlu adanya penataan kembali vegetasi sungai menjadi vegetasi homogen sebagai penyerapan air hujan.
4. Perlu adanya perlakuan khusus pada pembuangan limbah rumah tangga agar tidak langsung dibuang pada sungai Pucang.

Perlu adanya perencanaan ulang atau penambahan saluran pada sistem drainase DAS Pucang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 2014. "Dua Sungai di Sidoarjo Rawan Banjir". Dalam *Bangsaonline*, 11 Maret, (Online), (<http://www.bangsaonline.com.html>, diakses 16 November 2015)
- Asdak, Chay. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Chow, Ven Te. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Surabaya: Erlangga.
- Kamiana, I Made. 2010. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kodoatie, Robert J, Roestam Sjarif. 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: CV, Andi Offset.
- Kusnan. 2013. *Drainase Perkotaan*. Surabaya: Unipress.
- Soemarto, CD. 1995. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Sosrodarsono S, Masateru Tominaga. 1984. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Jakarta: Pradnya Paramitha.
- Tim Masterplan. 2014. *Fasilitas Penyusunan Masterplan dan DED Drainase Kabupaten Sidoarjo*. Surabaya.
- Triatmojo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.