

# **OPTIMALISASI LONG STORAGE KALIGAWÉ UNTUK PENGENDALIAN GENANGAN BANJIR**

**Tugas Akhir**

**Untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat Kelulusan  
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta**



**Disusun oleh :**

**HARIANTO**

**NIM : D 100 010 141**

**NIRM : 01.6.106.03010.50141**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2017**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**OPTIMALISASI LONG STORAGE KALIGAWA UNTUK  
PENGENDALIAN GENANGAN BANJIR**

Diajukan oleh :

**Hariato**

**NIM : D. 100.010.141**

**NIRM : 01.6.106.03010.50141**

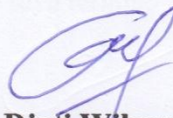
Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Kamis, 14 Desember 2017

Dewan Penguji

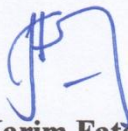
Pembimbing



**Gurawan Djati Wibowo, S.T. M.Eng.**

**NIK. 782**

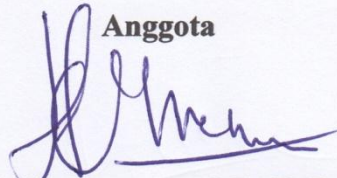
**Anggota**



**Ir. Achmad Karim Fatchan, M.T.**

**NIK.496**

**Anggota**



**Ir. H. Hermono S.B, M.Eng.**

**NIP : 110 032 522**

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan

untuk mencapai derajat sarjana S-1 Teknik Sipil

mengetahui:

Dekan Fakultas teknik



**Ir. Sri Sunarjono, M.T, Ph.D.**

**NIK. 682**

Ketua Jurusan Teknik Sipil



**Dr. Muhammad Solikin, ST, M.T.**

**NIK. 792**

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Harianto  
NIM : D 100 010 141  
NIRM : 01.6.106.03010.50141  
Program Studi : S-1 Teknik Sipil  
Judul TA : Optimalisasi Long Storage Kaligawe Untuk Pengendalian  
Genangan Banjir

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tugas akhir yang saya serahkan ini benar-benar hasil saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sebelumnya. Apabila dikemudian hari terbukti atau dibuktikan ini hasil jiplakan, maka gelar dan ijazah yang diberikan oleh Universitas Muhammadiyah Surakarta batal saya terima.

Surakarta, Desember 2017

  
Harianto

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Optimalisasi *Long Storage* Kaligawe Untuk Pengendalian Genangan Banjir” ini. Shalawat dan salam kita mohonkan agar senantiasa terlimpah kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga, para sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman, Amin.

Penyusunan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh jenjang kesarjanaan Strata 1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Pada kesempatan ini kami ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Dr. Muhammad Solikin, ST, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Gurawan Djati Wibowo, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing yang memberikan motivasi sehingga Tugas Akhir ini terselesaikan.
4. Bapak Ir. Achmad Karim Fatchan, M.T. selaku Dosen Penguji pendadaran yang telah bersedia meluangkan waktu di tengah kesibukannya sehingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir. H. Hermono SB, M.Eng., selaku Dosen Penguji pendadaran yang telah bersedia meluangkan waktu di tengah kesibukannya sehingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
6. Bapak Rahmat Suria Lubis, S.T., M.T., selaku Kepala Balai yang memberikan ijin dan motivasi sehingga Tugas Akhir ini terselesaikan.
7. Mang Asep Sulaeman, S.T., M.T., selaku Kasi PT yang memberikan ijin dan motivasi sehingga Tugas Akhir ini terselesaikan.

8. Almarhum Bapak dan Ibu sehat ya bu, dan seluruh keluarga besarku yang telah memberikan dorongan dan semangat baik moril maupun materiil dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Rekan-rekan Tim PT penelitian, Iwan, Tauvan, Ibnu ,Indah, Septi, Mbak Ita dan Sedulur grub IGO.
10. Anak-anak Hidro Sarjana Tua Eko Vespa, Widos, Andi S, good job, guys!.
11. Rakan-rekan Balai Litbang Sungai, terima kasih atas persahabatannya.

Masih banyak pihak-pihak lain yang membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini baik secara moril maupun materiil yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, maka dengan ini pula kami sampaikan ucapan terima kasih yang sebesar - besarnya.

Penulis menyadari keterbatasan dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun Penulis harapkan demi kesempurnaan penyusunan laporan selanjutnya. Akhir kata kami berharap tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amin Ya Robbal'alamin.

لَا وَهَيْتَ أَكْرَبُ بِاللَّهِ أَحْمَرُ وَمَكْيَا عَمَلَا سِد

Surakarta, Desember 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISTILAH .....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>A. Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>B. Perumusan Masalah .....</b>	<b>4</b>
<b>C. Tujuan Penelitian .....</b>	<b>4</b>
<b>D. Manfaat Penelitian .....</b>	<b>4</b>
<b>E. Batasan Masalah .....</b>	<b>4</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>	<b>8</b>
<b>A. Hujan Rencana .....</b>	<b>8</b>
1. Analisis Data Hujan .....	8
2. Menentukan Tinggi Hujan Daerah ( <i>Area Rainfall</i> ).....	8
3. Pengisian Data Yang Hilang .....	10
4. Analisis Konsistensi Data Hujan.....	11
5. Analisis Frekuensi Curah Hujan .....	12
6. Uji Kecocokan Distribusi ( <i>the goodness of fit test</i> ).....	17
7. Waktu Konsentrasi ( <i>tc</i> ).....	19
8. Debit Banjir Rencana .....	19
<b>B. Kapasitas Long Storage .....</b>	<b>22</b>

C. Kapasitas Pompa.....	22
D. Analisa Pemilihan Pompa .....	24
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
A. Pengumpulan Data .....	25
B. Analisis Debit Banjir Rencana.....	25
1. Analisis Data Hujan .....	25
2. Analisis Frekuensi .....	25
3. Uji Kecocokan ( <i>the goodness of fit test</i> ) .....	26
4. Banjir Rencana .....	26
C. Analisis Kapasitas Storage.....	26
D. Analisis Kapasitas Pompa.....	26
<b>BAB V HASIL dan PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
A. Debit Banjir.....	28
1. Uji Konsistensi Data Hujan.....	28
2. Analisis Data Hujan .....	31
3. Analisa Frekuensi Hujan .....	31
4. Uji Kecocokan ( <i>the goodness of fit test</i> ) .....	34
5. Periode Curah Hujan Harian Maksimum.....	38
6. Curah Hujan Netto Jam-jaman.....	39
7. Distribusi Hujan Jam-jaman.....	40
8. Perhitungana Phi-Index .....	41
9. Waktu Konsentrasi (tc).....	42
10. Analias Debit Banjir Rencana Dengan Metode Rasional .....	43
B. Analisis Kapasitas Storage.....	44
C. Analisis Kapasitas Pompa.....	46
D. Analisa Pemilihan Pompa .....	47
1. Analisa Kehilangan Tinggi Tenaga pada pipa .....	49
E. Optimalisasi Long Storage Kaligawe .....	54

<b>BABVI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>64</b>
<b>A. Kesimpulan .....</b>	<b>64</b>
<b>B. Saran .....</b>	<b>64</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel.3.1</b>	Nilai Koefisien Aliran.....	21
<b>Tabel.5.1</b>	Data Hujan Tahunan Stasiun Simongan .....	26
<b>Tabel.5.2</b>	Data Hujan Tahunan Stasiun Karangrejo .....	29
<b>Tabel.5.3.</b>	Uji Kosistensi data hujan Stasiun Simongan .....	29
<b>Tabel.5.4.</b>	Uji Kosistensi data hujan Stasiun Karangroto .....	30
<b>Tabel.5.5.</b>	Analisis Data Hujan Rata-Rata .....	31
<b>Tabel.5.6.</b>	Analisis Parameter Statistik .....	32
<b>Tabel.5.7.</b>	Analisis Pemilihan Distribusi .....	32
<b>Tabel.5.8.</b>	Analisis Distribusi Log Pearson III .....	33
<b>Tabel.5.9.</b>	Diskripsi Statistik.....	33
<b>Tabel.5.10.</b>	Data Hujan Harian Maksimum .....	34
<b>Tabel.5.11.</b>	Besar Peluang dan Nilai Batas Kelas untuk Log Pearson III ...	35
<b>Tabel.5.12.</b>	Pembagian Kelas dari data Asli .....	35
<b>Tabel.5.13.</b>	Uji Chi-Square Log Pearson III .....	35
<b>Tabel.5.14.</b>	Nilai Kritis untuk Distribusi Chi – Kuadrat.....	35
<b>Tabel.5.15.</b>	Nilai Kritis Do Untuk Uji Smirnov - kolmogorov.....	37
<b>Tabel.5.16.</b>	Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota.....	38
<b>Tabel.5.17.</b>	Koefisien Aliran Permukaan.....	39
<b>Tabel.5.18.</b>	Penentuan Koefisien Aliran pada DAS Kaligawe .....	40
<b>Tabel.5.19.</b>	Curah Hujan Netto Jam-jaman. ....	40
<b>Tabel.5.20.</b>	Curah Hujan Netto Jam-jaman dikurangi Phi index .....	42
<b>Tabel.5.21.</b>	Waktu Konsentrasi Sub DAS Kaligawe. ....	42
<b>Tabel.5.22.</b>	Analisa Kapasitas Long storage Kaligawe Debit Rencana Q2th dengan initial condition 0,25% dengan ( $S_0=30070 \text{ m}^3$ )..	45
<b>Tabel.5.23.</b>	Analisa Kebutuhan dan Lama Pemompaan Long Storage Kaligawe .....	47
<b>Tabel.5.24.</b>	Analisa Kapasitas Long storage Kaligawe Debit Rencana Q2th dengan initial condition 0,75m ( $S_0 30070 \text{ m}^3$ ) .....	52

<b>Tabel.5.25.</b> Analisa Kapasitas Long storage Kaligawe Debit Rencana Q2th dengan initial condition 0,75m (S0 30070 m <sup>3</sup> Vol Tampung 159280 m <sup>3</sup> ) .....	54
<b>Tabel.5.26.</b> Analisa Kapasitas Long storage Kaligawe Debit Rencana Q2th dengan initial condition 0,75m (S0 30070 m <sup>3</sup> Vol Tampung 156000 m <sup>3</sup> ) .....	56
<b>Tabel.5.27.</b> Analisa Kapasitas Long storage Kaligawe Debit Rencana Q2th dengan initial condition 0,75m (S0 30070 m <sup>3</sup> Vol Tampung 175500 m <sup>3</sup> ) .....	57
<b>Tabel.5.28.</b> Analisa Kapasitas Long storage Kaligawe Debit Rencana Q2th dengan initial condition 0,75m (S0 30070 m <sup>3</sup> Vol Tampung 195000 m <sup>3</sup> ) .....	59
<b>Tabel.5.29.</b> Analisa Kapasitas Long storage Kaligawe Debit Rencana Q2th dengan initial condition 0,75m (S0 30070 m <sup>3</sup> Vol Tampung 214500 m <sup>3</sup> ) .....	60
<b>Tabel.5.30.</b> Kebutuhan Kedalaman, Pompa dan Daya berdasarkan Inisial Condition 0,75 m, 1,5 m dam 2,3m debit Rencana Q2th. ....	62

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar.1.1.</b>	Lokasi Daerah Studi.....	3
<b>Gambar.3.1.</b>	Rata-rata Aljabar ( <i>Arithmattic mean method</i> ).....	9
<b>Gambar.3.2.</b>	Poligon Thiessen .....	10
<b>Gambar.3.3.</b>	Kertas Probabilitas Logpearson III .....	18
<b>Gambar.3.4.</b>	Hidrograf aliran tipikal dengan $t_c = d_h$ .....	20
<b>Gambar.4.1.</b>	Bagan Alir Penelitian .....	27
<b>Gambar.5.1.</b>	Probabilitas Distribusi untuk <i>Log Pearson III</i> .....	37
<b>Gambar.5.2.</b>	Grafik Pengurang Phi indek Terhadap hujan rencana.....	42
<b>Gambar.5.3.</b>	Grafik Hidrograf Banjir Rencana Q2th Per Sub DAS Kaligawe. ....	44
<b>Gambar.5.4.</b>	Grafik Hidrograf Kaligawe Beberapa Kala ulang.....	44
<b>Gambar.5.5.</b>	Grafik Perbandingan <i>Inflow</i> dan <i>Outflow Storage</i> Kaligawe Q2 Tahun .....	46
<b>Gambar.5.6.</b>	Karakteristik Pompa Axial Flow dengan Propeller Diameter: 72” .....	48
<b>Gambar.5.7.</b>	Layout Desain Pompa <i>submersible Axial Flow 72” P0</i> .....	48
<b>Gambar.5.7.</b>	Ploting Grafik karakteristik Pompa MWI 72” P0 dengan Analisis Persamaan Bernoulli .....	51
<b>Gambar.5.8.</b>	Grafik Perbandingan <i>Inflow</i> dan <i>Outflow Storage</i> Kaligawe Q2 Tahun berdasarkan Penggunaan Pompa Jenis Axial Flow 72” P0 400HP .....	53
<b>Gambar. 5.9.</b>	Kedalaman Vs Tampungan Kebutuhan Daya.....	62

## DAFTAR ISTILAH

DAS	: Daerah Aliran Sungai
$Q_p$	: Debit Puncak ( $m^3/s$ )
ABM	: <i>Alternating Block Methode</i>
$R$	: Curah Hujan Daerah ( mm )
$n$	: Jumlah titik (pos)
$P_i$	: Hujan pada stasiun i
$N_i$	: Hujan normal tahunan di stasiun i
$N_A$	: Hujan normal tahunan di stasiun A
$N_B$	: Hujan normal tahunan di stasiun B
$P_A$	: Hujan stasiun A
$P_B$	: Hujan stasiun B
$Sk^*$	: Selisih nilai data dengan rata-rata data
$Dy$	: Standar deviasi
$R$	: Jangkauan atau selisih nilai $Sk^{**}$ tertinggi dengan $Sk^{**}$ terendah.
$P(X)$	: Fungsi distribusi normal
$\pi$	: Phi (3,14156)
$X$	: Variable acak kontinyu
$\bar{X}$	: Rata-rata dari nilai X
$S$	: Deviasi standar dari nilai X
$z$	: Factor frekuensi distribusi normal
$F(z)$	: Probabilitas kumulatif
$R_t$	: Besarnya curah hujan dengan periode t
$X$	: Curah hujan maksimum rata-rata
$Y_t$	: Faktor reduksi yang diharapkan terjadi pada periode ulang t
$Y_n$	: Nilai rata-rata dari faktor reduksi yang nilainya tergantung dari jumlah data ( $n$ ) (lihat Lampiran)
$C_v$	: Koefisien variasi
$C_s$	: Koefisien kemencengan
$C_k$	: Koefisien asimetri

$t_c$	: Waktu konsentrasi ( Jam ),
$L$	: Panjang saluran ( meter ),
$s$	: Kemiringan dasar saluran.
$C$	: Koefisien limpasan.
$I$	: Intensitas hujan ( mm/jam ),
$A$	: Luas DAS ( $\text{km}^2$ ).
$\Delta S$	: Volume tampungan ( $\text{m}^3$ )
$I_1$	: Inflow pada jam ke 1 ( $\text{m}^3$ )
$I_2$	: Inflow pada jam ke 2 ( $\text{m}^3$ )
$O_1$	: Outflow pada jam ke 1 ( $\text{m}^3$ )
$O_2$	: Outflow pada jam ke 2 ( $\text{m}^3$ )
$\Delta t$	: Waktu Banjir ( dtk ).
$V_i$	: Volume Inflow ( $\text{m}^3$ )
$I$	: Inflow ( $\text{m}^3/\text{dt}$ )
$V_s$	: Volume Storage ( $\text{m}^3$ )
$V_p$	: Volume Pompa ( $\text{m}^3$ )
$Z_1$	: Elevasi ( m )
$P$	: Tekanan ( $\text{n/m}^2$ )
$\gamma$	: Masa jenis ( $\text{kg/m}^2$ )
$v$	: Kecepatan ( m/s )
$g$	: Percepatan gravitasi ( $\text{m}^2/\text{s}$ )
$V$	: Kecepatan ( m/dt )
$C_{HW}$	: kekasaran Hazen William
$h_f$	: Kehilangan tinggi tenaga pada pipa ( m )
$h_b$	: Kehilangan tekan tenaga akibat belokan ( m )
$h_o$	: Kehilangan tekan tenaga akibat outlet ( m )
$h_s$	: Kehilangan tekan tenaga akibat sambungan ( m )
$h_{pt}$	: Kehilangan tinggi tenaga sepanjang pipa ( m )
KW	: Kilo Watt
HP	: Horse power

## ABSTRAK

Salah satu yang mengalami permasalahan banjir akibat tingginya muka air pasang laut sehingga air tidak dapat mengalir ke hilir dan tampungan saluran menjadi lebih kecil terjadi di kawasan Jalan Kaligawe. Jalan Kaligawe sendiri merupakan jalan jalur pantura penghubung kota antara Semarang dan Demak. Genangan di Jalan Kaligawe mengakibatkan kemacetan parah dan kerusakan infrastruktur. *Long storage* Kaligawe sendiri bertujuan sebagai salah satu pengendali banjir yang terjadi di sub sistem Semarang Timur pada sub catchment Kaligawe dengan luas daerah layanan sebesar 378 ha (Kawasan Lingkungan Perumahan Genuk) dan mempunyai kapasitas pompa sebesar 1,6 m<sup>3</sup>/s. Salah satu yang mengalami permasalahan banjir akibat tingginya muka air pasang laut sehingga air tidak dapat mengalir ke hilir dan tampungan saluran menjadi lebih kecil terjadi di kawasan Jalan Kaligawe.. Analisa optimalisasi *long storage* Kaligawe dengan pengumpulan data hujan yaitu stasiun Karangrejo dan Simongan. Analisa hidrologi meliputi penentuan hujan rerata dengan metode aljabar, analisis frekuensi kedudian diuji dengan metode *Chi-Kuadrat* dan *Smirnov-Kolmogorof* penentuan intensitas hujan metode Mononobe dan ABM. Penentuan banjir rencana dengan persamaan Rasional. Analisa kapasitas dan kebutuhan pompa dilakukan dengan metode *Water Balance* dan analisa pemilihan pompa menggunakan persamaan Bernoulli. Nilai optimum pada *long storage* Kaligawe pada kedalaman *Long storage* 4,5 m dengan *initial condition* 0,75m dan membutuhkan daya paling minimal pada 1,04MWH. dengan jumlah pompa 2 bh dan lama pemompaan 6,54 jam. Berdasarkan analisa pemilihan pompa debit real jenis pompa MWI *Axial flow 72"* P0 dengan daya 400 HP adalah sebesar 3,93 m<sup>3</sup>/s pada head 5,24m.

Kata Kunci : *Optimalisasi, Long Storage, Pompa*

## **ABSTRACT**

The area of Kaligawe Street is one of many which experience flood due to the high tide that cause the water unable to flow to downstream area and the storage channel became smaller. Kaligawe Street is part of Pantura Street that connects Semarang and Demak. The inundation along Kaligawe Street cause severe congestion as well as infrastructure damage. Long storage of Kaligawe is used as flood control that occurs in sub-system of East Semarang on sub-catchment Kaligawe of 378 Ha service area (Genuk Housing Enviromental Area) and it has pump capacity of 1.6 m<sup>3</sup>/s. Kaligawe long storage optimization analysis is by collecting rainfall data of Karangrejodan Station at Simongan. Hydrology analysis include the determination of rain mean by algebra method, frequency analysis then is examined using Chi-Square and Smirnov-Kolmogorof method while to determaine rain intensity is using method of Mononobe and ABM. Flood plan determination is using rational equation. Analysis of capacity and pump needs is using water balance method and analysis of pump selection is using Bernoulli equation. The Optimum value on Kaligawe long storage in 4.5 m deep with initial condition 0.75m and requires at least in 1.04 mwh, with 2 pumps and pumping duration of 6.54 hours. Based on pump selection analysis on real discharge, the pump type is MWI Axial flow 72" P0, with power of 400 HP, the value is of 3.93 m<sup>3</sup>/s on the head of 5.24 m.

**Keywords:** Optimization, Long Storage, Pump