



TESIS - RC185401

PEMODELAN PENGOPERASIAN PINTU AIR DAN
POMPA AIR DI BOEZEM KALIDAMI DENGAN
MENGUNAKAN *FUZZY LOGIC*

BUDI SETIAWAN
03111850097003

Dosen Pembimbing
Dr.techn. Umboro Lasminto, ST., M.Sc

Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, Dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020



TESIS - RC185401

**PEMODELAN PENGOPERASIAN PINTU AIR DAN
POMPA AIR DI BOEZEM KALIDAMI DENGAN
MENGUNAKAN *FUZZY LOGIC***

**BUDI SETIAWAN
03111850097003**

**Dosen Pembimbing
Dr.techn. Umboro Lasminto, ST., M.Sc**

**Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, Dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020**



THESIS - RC185401

**MODELING OF SLUICE GATE AND WATER PUMP
OPERATION AT KALIDAMI BOEZEM USING FUZZY
LOGIC**

**BUDI SETIAWAN
03111850097003**

**Supervisor
Dr.techn. Umboro Lasminto, ST., M.Sc**

**Department of Civil Engineering
Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Technology
2020**

LEMBAR PENGESAHAN THESIS

Telah disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Teknik (M.T)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**BUDI SETIAWAN
NRP. 03111850097003**

Tanggal Ujian : Juli 2020
Periode Wisuda : September 2020

Disetujui Oleh:

Pembimbing

Dr.techn. Umboro Lasminto, ST., M.Sc
NIP. 19721202 199802 1 001

Penguji

Dr. Ir. Wasis Wardoyo, M.Sc.
NIP. 19610927 198701 1 001

Dr. A. A. Ng. Satria Damar Negara, S.T., M.T.
NPP. 198820191 1075



Kepala Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan (FTSPK)

Dr.techn. Umboro Lasminto, ST., M.Sc
NIP. 19721202 199802 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

Tesis yang berjudul: “**Pemodelan Pengoperasian Pintu Air dan Pompa Air di Boezem Kalidami dengan Menggunakan Fuzzy Logic**” ini adalah karya penelitian saya sendiri dan tidak terdapat karya /tulisan untuk memperoleh gelar akademik maupun karya ilmiah/tulisan yang pernah dipublikasikan oleh orang lain, kecuali dijadikan kutipan dari bagian karya ilmiah/tulisan orang lain dengan menyebutkan sumbernya, baik dalam naskah disertasi maupun daftar pustaka.

Apabila ternyata ditemukan dan terbukti terdapat unsur-unsur plagiasi di dalam naskah **tesis** ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan akademik ITS dan/atau perundang-undangan yang berlaku.

Surabaya, 16 Agustus 2020



Budi Setiawan

NRP: 03111850097003

Halaman sengaja dikosongkan

PEMODELAN PENGOPERASIAN PINTU AIR DAN POMPA AIR DI BOEZEM KALIDAMI DENGAN MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC*

Nama Mahasiswa : Budi Setiawan

NRP : 03111850097003

Pembimbing : Dr.techn. Umboro Lasminto, ST., M.Sc

ABSTRAK

Boezem Kalidami merupakan salah satu bagian dari jaringan drainase primer yang ada di Kota Surabaya berdasarkan Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 8 Tahun 2018 Tentang Rencana Detail Tata Ruang dan Peraturan Zonasi Kota Surabaya Tahun 2018-2038. *Boezem* ini memiliki luas sebesar 2,09 Ha dan daya tampung air sebesar 61.971 m³. Fungsi utama dari adanya *Boezem* Kalidami yaitu sebagai pengendali banjir pada kawasan sub-sistem Kalidami di Kota Surabaya. *Boezem* ini terletak di hilir Saluran Kalidami yang dekat dengan wilayah laut bagian timur Kota Surabaya. Untuk menjaga aliran air pada saluran dan *Boezem* Kalidami tetap lancar, Pemerintah setempat telah membangun beberapa infrastruktur di sekitar *Boezem* Kalidami yaitu 4 buah pintu air dan 7 buah pompa banjir. Permasalahan yang perlu diperhatikan saat ini adalah operasional 4 buah pintu air dan pompa air belum dilakukan secara prosedural. Sehingga diperlukan adanya prosedur baku yang dapat menjadi acuan bagi operator yang bekerja di *boezem* tersebut.

Untuk dapat membuat sebuah prosedur operasional pintu air dan pompa air pada *boezem* tersebut, maka dibutuhkan data-data dan informasi terkait skema aliran air pada saluran dan *Boezem* Kalidami. Dengan mengetahui dan menganalisis skema aliran yang ada pada saluran dan *Boezem* Kalidami, maka akan dapat disusun prosedur yang tepat untuk diterapkan dalam pengoperasian pintu air dan pompa air pada *Boezem* Kalidami. Dalam thesis ini, skema aliran air dalam sistem drainase Kalidami di modelkan dengan alat bantu SWMM 5.1. Kemudian, hasil analisa dari pemodelan tersebut digunakan untuk menyusun prosedur pengoperasian pintu air dan pompa air berdasarkan konsep *Fuzzy Logic*.

Hasil pemodelan sistem drainase Kalidami dengan menggunakan SWMM 5.1 menghasilkan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) sebesar 0,207 . Sehingga

model tersebut cukup layak untuk dijadikan acuan analisis sistem drainase Kalidami. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa saluran dan *boezem* akan terisi penuh apabila sistem drainase menerima limpahan air hujan periode ulang 5 tahun. Kemudian, prosedur buka tutup pintu air dan pompa air telah disusun untuk menghasilkan debit *outflow* yang lebih besar dari debit *inflow* sehingga ketinggian air di dalam *boezem* dapat berkurang.

Kata kunci: *Fuzzy Logic*, Pintu Air, Pompa Air, *Boezem* Kalidami.

Halaman sengaja dikosongkan

MODELING OF SLUICE GATE AND WATER PUMP OPERATION AT KALIDAMI BOEZEM USING FUZZY LOGIC

Student Name : Budi Setiawan
Student Identity Number : 03111850097003
Supervisor : Dr.techn. Umboro Lasminto, ST., M.Sc

ABSTRACT

Kalidami Boezem is a part of the primary drainage network in the city of Surabaya based on the Surabaya City Regional Regulation Number 8 of 2018 concerning Detailed Spatial Planning and Surabaya City Zoning Regulations 2018-2038. The Boezem has an area of 2.09 ha and capacity of 61,971 m³. The main function of Kalidami Boezem is to control floods in the Kalidami sub-system area in the City of Surabaya. Kalidami Boezem is located at downstream of Kalidami which is close to the eastern sea area of Surabaya. The Boezem is located at downstream of the Kalidami Channel which is close to the eastern sea area of Surabaya City. To keep the water flowing smooth in the channel, the local government has built several infrastructures around Kalidami Boezem, namely 4 floodgates and 7 flood pumps. The problem that needs to be considered at this time is the operation of the 4 sluice gates and the water pump has not been carried out procedurally. So it is necessary to have a standard procedure that can be a reference for operators working in the Boezem.

To be able to make an operational procedure for the sluice gate and water pump on the boezem, data and information about the flow scheme on the channel and Boezem Kalidami are needed. By knowing and analyzing the flow schemes that exist in the channel and Kalidami Boezem, it will be possible to formulate the right procedures to be applied in the operation of the floodgates and water pumps on Kalidami Boezem. In this thesis, the water flow scheme in the Kalidami drainage system is modeled using the SWMM 5.1 tool. Then, the analysis results from the modeling are used to develop procedures for operating sluice and water pumps based on the Fuzzy Logic concept.

The Kalidami drainage system model that has been generated using SWMM 5.1 provides an RMSE value of 0.207. So that the model is suitable enough to be used as a reference for the analysis of the Kalidami drainage system. Based on the analysis, it is known that the channel and boezem will be fully filled if the drainage system receives rain runoff from the 5-year return period. Then, operational procedures for sluice gates and water pumps have been constructed to produce an outflow discharge that is greater than the inflow so that the water level in the boezem can be reduced.

Keywords: Fuzzy Logic, Sluice Gate, Water Pump, Kalidami Boezem.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Lokasi Penelitian.....	5
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	7
2.1 Penelitian terdahulu.....	7
2.2 Boezem Kalidami.....	10
2.3 SWMM 5.1	12
2.4 MATLAB.....	13
2.5 <i>Fuzzy Logic</i>	13
2.6 Analisa Hidrologi	15
2.6.1 Menentukan Stasiun Hujan dengan Poligon Thiessen	16
2.6.2 Curah Hujan Periode Ulang dengan Metode Gumbel.....	17
2.6.3 Analisa <i>Runoff</i> dengan metode <i>Soil Conservation Service (SCS)</i>	18
2.7 Analisa Hidrolika	21

2.7.1	Persamaan Debit pada <i>Orifice</i> (Pintu Air).....	21
2.7.2	<i>Time Lag</i> dan <i>Time of Peak</i>	22
2.8	<i>Root Mean Square Error</i> (RMSE).....	23
BAB 3 METODE PENELITIAN		24
3.1	Prosedur Pelaksanaan Penelitian	24
3.1.1	Menentukan Lokasi Studi	24
3.1.2	Melakukan Studi Literatur	26
3.1.3	Survei Lokasi	26
3.1.4	Melakukan Pengumpulan Data	26
3.1.5	Melakukan Analisa Hidrologi.....	28
3.1.6	Menyusun Model Sistem Drainase Kalidami dengan SWMM 5.1.....	28
3.1.7	Melakukan Kalibrasi Model	29
3.1.8	Pembuatan <i>Membership Function</i>	29
3.1.9	Pembuatan Prosedur dalam Bentuk Aplikasi.....	29
3.2	Diagram Alur Pelaksanaan Penelitian	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Analisa Skema Aliran Pada Sistem Darinase Kalidami	31
4.1.1	Penampang Saluran Kalidami.....	31
4.1.2	<i>Catchment Area</i>	32
4.1.3	Dimensi <i>Boezem</i> Kalidami	34
4.1.4	Pintu Air dan Pompa Air Kalidami.....	35
4.1.5	Stasiun Hujan.....	38
4.2	Analisa Debit Saluran Kalidami	42
4.2.1	Kalibrasi model SWMM.....	42
4.2.2	Analisa Hujan Periode Ulang	46

4.2.3	Analisa <i>Timelag</i> dan <i>Time of Peak</i>	51
4.2.4	Analisa Debit pada Saluran.....	53
4.3	Penyusunan Prosedur Operasional Pintu dan Pompa Air dengan Metode <i>Fuzzy Logic</i>	55
4.3.1	Identifikasi Skenario Operasional Buka Tutup Pintu dan Pompa Air	56
4.3.2	Identifikasi Variabel dan <i>Membership Function</i>	57
4.3.3	Menentukan <i>Rule</i> Fungsi <i>Fuzzy</i>	60
4.3.4	Prosedur Buka Tutup Pintu dan Pompa Air.....	62
4.4	Prosedur Penggunaan Aplikasi Buka Tutup Pintu Air dan Pompa Air <i>Boezem</i>	
	Kalidami.....	65
4.4.1	Obyek pada Aplikasi.....	66
4.4.2	Prosedur Penggunaan Aplikasi	67
4.4.3	Testing Aplikasi	69
	BAB 5 KESIMPULAN	72
5.1	Kesimpulan	72
5.2	Saran	73
	DAFTAR PUSTAKA	74
	LAMPIRAN 1	76
	LAMPIRAN 2	78
	LAMPIRAN 3	93
	LAMPIRAN 4	108
	BIOGRAFI PENULIS	136

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Gambar Peta Lokasi Boezem Kalidami (Google Map)	6
Gambar 2.1 Boezem Kalidami	11
Gambar 2.2 Skema Saluran dan Boezem Kalidami	12
Gambar 2.3 Contoh Fuzzy Output	15
Gambar 3.1 Pintu air Kalidami	24
Gambar 3.2 Pompa air di dalam rumah pompa.....	25
Gambar 3.3 Pompa air di bagian luar.....	25
Gambar 3.4 Pembuangan air <i>Boezem</i> ke arah hilir	25
Gambar 3.5 Flowchart Penelitian.....	30
Gambar 4.1 Saluran Drainase Kalidami (SDMP, 2018).....	31
Gambar 4.2 Cross Section Saluran Kalidami (Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya)	32
Gambar 4.3 Subcatchment Area (Simulasi SWMM 5.1).....	33
Gambar 4.4 Boezem Kalidami di Kota Surabaya	35
Gambar 4.5 Storage Curve (Simulasi SWMM 5.1)	35
Gambar 4.6 Pintu Air Boezem Kalidami	36
Gambar 4.7 Pompa Air Boezem Kalidami	37
Gambar 4.8 Input Data Pintu Air dengan Orifices pada Aplikasi SWMM 5.1	37
Gambar 4.9 Pump Curve dari Pompa Air Boezem Kalidami	38
Gambar 4.10 Persebaran Stasiun Hujan.....	40
Gambar 4.11 Pemilihan Stasiun Hujan Berdasarkan Poligon Thiessen	41
Gambar 4.12 Data Curah Hujan Tanggal 25 Februari 2020 (ITS, 2020)	44
Gambar 4.13 Hasil Kalibrasi Model (Simulasi SWMM 5.1).....	45

Gambar 4.14 Grafik Data Hujan Periode Ulang 5 Tahun (Simulasi SWMM 5.1)	53
Gambar 4.15 Grafik Data Debit Saluran Kalidami (Simulasi SWMM 5.1)	54
Gambar 4.16 Grafik Tinggi Muka Air Saluran Kalidami dengan Skenario Hujan Periode Ulang 5 Tahun (Hasil Simulasi SWMM 5.1).....	55
Gambar 4.17 Profil Muka Air Saluran dan Boezem Kalidami dengan Skenario Hujan Periode Ulang 5 Tahun (Hasil Simulasi SWMM 5.1).....	55
Gambar 4.18 Membership Function Tinggi Air Boezem (Matlab).....	58
Gambar 4.19 Membership Function Tinggi Air Outfall (Matlab)	58
Gambar 4.20 Membership Function Curah Hujan Perjam (Matlab).....	59
Gambar 4.21 Membership Function Debit Outflow (Matlab).....	59
Gambar 4.22 Fungsi <i>Fuzzy</i> Pintu Air dan Pompa Air <i>Boezem</i> Kalidami (Matlab)	60
Gambar 4.23 Flowchart Program yang Menggambarkan Prosedur Buka Tutup Pintu Air dan Pompa Air Boezem Kalidami	64
Gambar 4.24 Aplikasi Buka Tutup Pintu Air dan Pompa Air Boezem Kalidami.	66
Gambar 4.25 Obyek pada Aplikasi.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2.2 Jenis Distribusi untuk Sistem Drainase Kalidami (Sari, 2017).....	17
Tabel 2.3 Uji Kecocokan (Sari, 2017)	17
Tabel 2.4 SCS Curve number (SWMM 5.1 User Manual, 2015)	19
Tabel 4.1 Luas Subcatchment Area	33
Tabel 4.2 Stasiun Hujan di Sekitar Catchment Area.....	39
Tabel 4.3 Persentase Luas Subcatchment Area.....	41
Tabel 4.4 Proses Kalibrasi	43
Tabel 4.5 Data Curah Hujan Tanggal 25 Februari 2020 (ITS, 2020)	44
Tabel 4.6 Hasil Kalibrasi Model (Simulasi SWMM 5.1)	45
Tabel 4.7 Data Hujan Harian Maksimum Stasiun Hujan Gubeng.....	46
Tabel 4.8 Data Hitung Stasiun Hujan Gubeng dengan Metode Gumbel	47
Tabel 4.9 Hujan Periode Ulang Stasiun Hujan Gubeng.....	48
Tabel 4.10 Data Hujan Harian Maksimum Stasiun Hujan Keputih.....	48
Tabel 4.11 Data Hitung Stasiun Hujan Keputih dengan Metode Gumbel.....	49
Tabel 4.12 Hujan Periode Ulang Stasiun Hujan Keputih	50
Tabel 4.13 Hujan rencana periode ulang 5 tahun.....	50
Tabel 4.14 Hujan rencana periode ulang 10 tahun.....	50
Tabel 4.15 Hujan rencana periode ulang 25 tahun.....	51
Tabel 4.16 Hujan rencana periode ulang 50 tahun.....	51
Tabel 4.17 Data Panjang Saluran Kalidami (Hasil olah GIS).....	52
Tabel 4.18 Fuzzy Rule Pintu Air Boezem Kalidami (Matlab).....	60
Tabel 4.19 Fuzzy Rule Pompa Air Boezem Kalidami (Matlab).....	61

Tabel 4.20 Hasil Uji Aplikasi Buka Tutup Pintu Air dan Pompa Air Boezem Kalidami (App Designer Matlab)	70
---	----

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Boezem Kalidami merupakan muara dari berbagai saluran yang sangat penting yang berada di Kota Surabaya. Tempat ini merupakan muara dari saluran primer yaitu Saluran Kalidami yang terhubung dengan banyak saluran sekunder dan saluran tersier sebagaimana tercantum pada Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034. *Boezem* Kalidami memiliki luas sebesar 2,09 Ha dan daya tampung air sebesar 61.971 m³. Fungsi dari *Boezem* ini adalah untuk penampungan air hujan dan sebagai badan air dari berbagai saluran sebelum akhirnya dialirkan ke laut. Karena letaknya yang berada di muara dari sungai-sungai tersebut, maka elevasi tanah pada lokasi *Boezem* Kalidami terbilang rendah. Namun demikian air yang mengalir pada saluran-saluran yang mengarah pada *Boezem* Kalidami tidak serta merta dapat mengalir secara gravitasi, hal ini disebabkan karena adanya kondisi pasang surut air laut dari wilayah timur Kota Surabaya. Dengan demikian, maka pada *Boezem* Kalidami terdapat pintu air pengendali banjir dan beberapa pompa banjir yang membantu untuk dapat mengalirkan air yang berasal dari sisi hulu dari pintu air menuju hilir saat kondisi air laut sedang pasang.

Saluran Kalidami merupakan saluran drainase yang langsung bersentuhan dengan *Boezem* Kalidami. Dari lokasi *Boezem* Kalidami berada, saluran ini memiliki panjang sebesar 4.465,27 meter ke arah hulu dengan lebar sungai yang bervariasi antara 11-35 meter yang terbentang memanjang sejajar dengan jl. Kertajaya, Kota Surabaya. Fungsi utama dari saluran ini adalah mengalirkan air hujan dan air limbah domestik yang berasal dari saluran-saluran sekunder dan tersier di sekitar saluran Kalidami. Air hujan dan limbah domestik yang masuk ke dalam saluran ini akan diarahkan langsung menuju laut di wilayah timur Kota Surabaya setelah melewati *Boezem* Kalidami.

Boezem Kalidami memiliki 4 buah pintu air dan 7 buah pompa banjir yang berada di Rumah Pompa *Boezem* Kalidami. Pintu-pintu air ini berfungsi untuk menjaga ketinggian air pada *Boezem* Kalidami dan untuk menghalau air laut saat pasang sehingga air laut tidak masuk ke dalam *Boezem* dan pembuangan air limbah maupun air hujan menuju hilir dapat berjalan lancar. Tinggi dan lebar masing-masing pintu pada *Boezem* Kalidami memiliki ukuran yang sama yaitu sebesar 3 x 3,7 meter. Waktu kritis operasional buka tutup pintu air ini adalah saat terjadinya debit banjir bersamaan dengan kondisi air laut yang sedang pasang. Sehingga operasionalisasi pintu air pada *Boezem* Kalidami ini menjadi sangat penting untuk diperhatikan.

Pada *Boezem* Kalidami terdapat 7 buah pompa banjir yang bertugas untuk membantu pembuangan air hujan dan limbah domestik dari hulu menuju hilir terutama saat pembuangan ini tidak mungkin dilakukan oleh pintu air. Pompa air yang tersedia saat ini memiliki spesifikasi yang sama yaitu sebesar 3 m³/dt per masing-masing pompa. Penggunaan pompa dilakukan untuk mengalirkan air pada *Boezem* Kalidami dengan kondisi saat air laut sedang pasang sehingga tinggi muka air laut melebihi tinggi muka air pada *Boezem* Kalidami. Waktu kritis penggunaan pompa air ini adalah saat terdapat debit banjir pada *Boezem* Kalidami yang terjadi bersamaan dengan kondisi air laut yang sedang pasang sehingga seluruh pompa air akan dihidupkan secara bersamaan. Namun saat tidak terjadinya kondisi banjir atau tidak adanya potensi banjir pada *Boezem* Kalidami, pompa air dapat dihidupkan secara bergiliran guna mencegah terjadinya kerusakan akibat mesin pompa yang panas.

Untuk dapat mengoperasionalkan buka tutup pintu air dan operasional pompa air, maka diperlukan adanya sebuah prosedur tertentu agar pelaksanaannya dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Oleh karena itu, dibutuhkan adanya model yang baku agar besarnya debit air yang datang (debit *inflow*) menuju lokasi *Boezem* Kalidami dan debit yang keluar menuju hilir (debit *outflow*) dari *Boezem* dapat diatur sedemikian sehingga tidak terjadi permasalahan pada bagian hulu dan hilirnya. Dengan menggunakan

metode *Fuzzy Logic*, maka operasional buka tutup pintu air dan pompa air dapat diatur sedemikian rupa dengan memperhatikan kondisi yang terjadi pada bagian hulu dan hilir dari *Boezem* Kalidami.

Fuzzy Logic merupakan salah satu metode yang bekerja pada konsep himpunan *fuzzy* yaitu bilangan yang berkisar diantara nilai 0 dan 1 atau dapat dinotasikan dengan $[0,1]$. Gagasan ini merupakan pengembangan untuk menentukan karakteristik suatu obyek yang pada konsep terdahulu hanya bernilai “ya” atau “tidak”, atau dapat dikatakan mengikuti himpunan *crisp* yaitu 0 dan 1. Penerapan metode ini dalam pemodelan buka tutup pintu air dan pompa air akan memberikan keunggulan yaitu debit air yang perlu dibuang keluar dari *boezem* akan dapat diatur sedemikian rupa berdasarkan perhitungan tertentu dengan memperhatikan bobot dari variabel-variabel yang mempengaruhinya berdasarkan *membership function* yang ditetapkan.

Harapan dengan adanya model operasional pintu air dan pompa air dengan menggunakan *Fuzzy Logic*, maka akan dihasilkan aturan buka tutup pintu air dan pompa air yang lebih prosedural di lokasi *Boezem* Kalidami. Untuk pengembangan di masa mendatang, model tersebut dapat diterapkan dalam bentuk sistem otomatis dalam operasional buka tutup pintu air dan pompa air.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam thesis ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah skema aliran dari sistem drainase Kalidami?
2. Berapakah debit air yang mengalir ke *Boezem* Kalidami?
3. Bagaimanakah model *Fuzzy* yang dapat diterapkan untuk operasional pintu dan pompa air pada *Boezem* Kalidami?
4. Bagaimakah hasil *output* yang dihasilkan dari fungsi buka tutup pintu air dan pompa air yang dibuat berdasarkan metode *Fuzzy Logic*?
5. Bagaimanakah prosedur pengoperasian pintu air dan pompa air pada *Boezem* Kalidami yang dihasilkan dengan menggunakan *Fuzzy Logic*?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penulisan thesis ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Menganalisa skema aliran air yang ada pada sistem drainase Kalidami.
2. Menghitung debit air yang mengalir ke *Boezem* Kalidami.
3. Menganalisis dan menyusun model *Fuzzy* yang dapat diterapkan untuk operasional pintu dan pompa air pada *Boezem* Kalidami?
4. Menganalisis hasil *output* yang dihasilkan dari fungsi buka tutup pintu air dan pompa air yang dibuat berdasarkan metode *Fuzzy Logic*?
5. Menyusun prosedur pengoperasian pintu air dan pompa air pada *Boezem* Kalidami yang dihasilkan dengan menggunakan *Fuzzy Logic*?

Manfaat dari penulisan thesis ini yaitu antara lain:

1. Menjadi sumber literatur bagi penelitian-penelitian yang akan dilakukan di sekitar wilayah *Boezem Kalidami*.
2. Dapat memberi masukan kepada Pemerintah khususnya Pemerintah Kota Surabaya dalam mengambil kebijakan terkait dengan pengelolaan pintu air dan pompa air di *Boezem Kalidami*.
3. Mendorong adanya utilitas-utilitas yang lebih memadai dalam pengelolaan sistem drainase di Kota Suraba sehingga dengan adanya hal ini akan memperkaya data-data terkait pengelolaan drainase khususnya pada sistem drainase Kalidami.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam thesis ini yaitu antara lain:

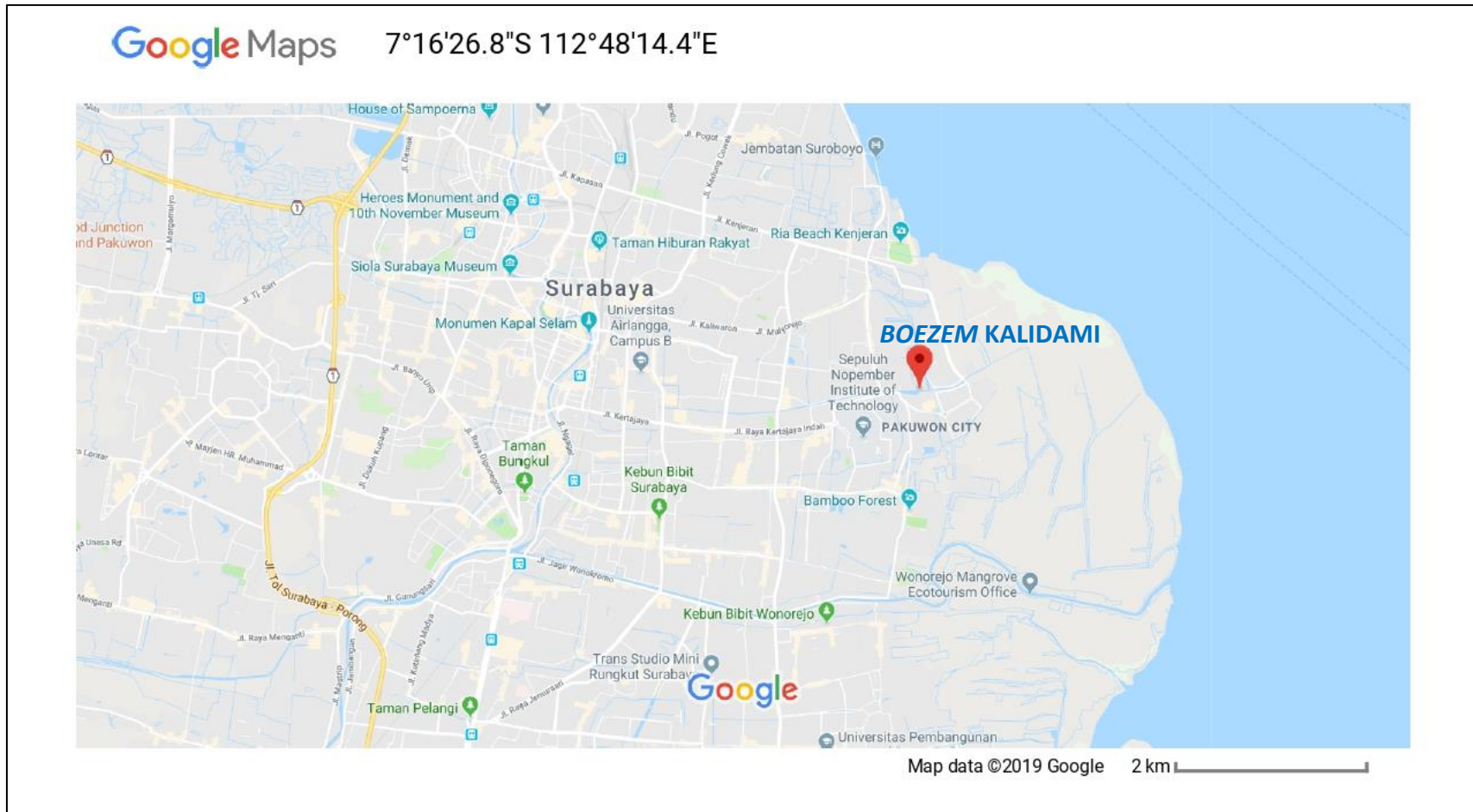
1. Saluran Kalidami yang dimaksud dalam adalah saluran yang memanjang dari hulu saluran di Kec. Gubeng sampai ke *Boezem* Kalidami yang berada di Kec. Mulyorejo, Kota Surabaya.
2. Tidak membahas tentang angkutan sedimen yang berada pada saluran Kalidami.

3. Tidak membahas secara detail perangkat yang dibutuhkan untuk memberikan nilai terhadap variabel-variabel input yang dibutuhkan pada model *fuzzy*.

1.5 Lokasi Penelitian

Model buka tutup pintu air dan pompa air yang dihasilkan dengan menggunakan metode *Fuzzy Logic* akan diaplikasikan pada *Boezem Kalidami* yang terletak di Kecamatan Mulyorejo, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur pada koordinat $7^{\circ}16'26.8''S$ $112^{\circ}48'14.4''E$ atau $-7.274111, 112.804000$.

LOKASI BOEZEM KALIDAMI



Gambar 1.1 Gambar Peta Lokasi *Boezem Kalidami* (Google Map)

BAB 2
KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Penelitian terdahulu

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan di sekitar wilayah Boezem Kalidami yang menunjang penelitian ini maupun penelitian terkait dengan operasional buka tutup pintu air yaitu antara lain sebagai berikut:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Peneliti dan Hasil Penelitian
1	Perencanaan Jaringan Drainase Sub Sistem Kalidami Surabaya. Publikasi: Jurnal Hidroteknik, 2017. Tahun: 2017.	Oleh: Risma Lupita Sari. Hasil: 1. Penelitian ini dilakukan untuk meninjau kondisi eksisting saluran Kalidami beserta analisa hidrologinya. 2. Berdasarkan penelitian maka diketahui bahwa kapasitas saluran tidak mampu menampung debit banjir rencana.
2	Rancang Bangun Pengendali Pintu Air Sungai Dengan Menggunakan Logika <i>Fuzzy</i> dan <i>Simple Additive Weighting (SAW)</i> . Publikasi:	Oleh: Adven Edo Prasetya Hasil: 1. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan besaran bukaan pintu air dengan menggunakan logika <i>fuzzy</i> dan <i>SAW</i>

No	Judul	Peneliti dan Hasil Penelitian
	<p>Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN: 2548-964X Vol. 2, No. 6, Juni 2018.</p> <p>Tahun: 2018.</p>	<p>sehingga mencegah banjir. Penelitian ini dilakukan pada sebuah maket sungai dengan skala 1:100.</p> <p>2. Bukaan pintu air dihitung berdasarkan nilai <i>water level</i> dan curah hujan yang diterima oleh sensor <i>water level</i> dan <i>rain module</i>. Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa nilai bukaan pintu air digolongkan menjadi empat kategori yaitu sangat tinggi, tinggi, sedang, dan rendah.</p>
3	<p>Sistem Pintu Air Otomatis Menggunakan Logika <i>Fuzzy</i></p> <p>Publikasi: Jurnal INFORM Vol.1 No.2, Juli 2016, ISSN : 2502-3470</p> <p>Tahun: 2016</p>	<p>Oleh: Henry Novianto</p> <p>Hasil:</p> <p>1. Penelitian ini dilakukan untuk mengatur buka tutup pintu air berdasarkan data yang diberikan oleh beberapa sensor ultrasonik yang memberi informasi tinggi rendahnya permukaan air pada bagian hulu dan hilir pintu air dalam sebuah tampungan.</p> <p>2. <i>Output</i> yang diberikan oleh sistem ini adalah terbukanya pintu air dengan menggunakan motor servo secara otomatis.</p>

No	Judul	Peneliti dan Hasil Penelitian
4	<p>Desain sistem pengendali pintu air otomatis menggunakan logika <i>Fuzzy</i> berbasis ketinggian permukaan sungai dan komunikasi Frekuensi radio.</p> <p>Publikasi: <i>e-Proceeding of Engineering</i> : Vol.2, No.3 Desember 2015.</p> <p>Tahun: 2015.</p>	<p>Oleh: Dhani Eka Putra Subekti.</p> <p>Hasil:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Penelitian ini dilakukan untuk mengatur buka tutup pintu air dengan menggunakan logika <i>fuzzy</i> berdasarkan ketinggian muka air. 2. Ketinggian muka air diukur dengan menggunakan sensor ultrasonik. 3. Sistem dapat berjalan dengan akurasi sekitar 90% dengan menggunakan <i>fuzzy logic</i>.
5	<p>Desain kontrol pintu bendungan otomatis untuk mencegah banjir menggunakan VHDL.</p> <p>Publikasi: Jurnal ELTEK, Vol 11 No 01.</p> <p>Tahun: 2013.</p>	<p>Oleh: Beauty Anggraheny Ikawanty</p> <p>Hasil:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Penelitian ini dilakukan untuk otomatisasi operasional pintu air sehingga mengurangi kesalahan operasional pintu air akibat kelalaian manusia. 2. Buka tutup pintu air dilakukan berdasarkan perubahan level air saat menyentuh sensor dengan menggunakan pelampung. 3. Dengan menggunakan VHDL, maka pintu air dapat dibuka dan ditutup berdasarkan

No	Judul	Peneliti dan Hasil Penelitian
		kerja sensor sesuai dengan hasil perancangan.

2.2 Boezem Kalidami

Sistem drainase yang ada di Kota Surabaya dibagi menjadi beberapa wilayah layanan. Berdasarkan Pasal 36 Peraturan Daerah No 12 Tahun 2014, maka dapat diketahui bahwa Kota Surabaya telah membagi wilayah layanannya menjadi 5 buah Rayon yang meliputi:

1. Rayon Genteng
2. Rayon Gubeng
3. Rayon Jambangan
4. Rayon Wiyung, dan
5. Rayon Tandes.

Pada masing-masing rayon yang telah disebutkan di atas, maka terdapat 3 jenis saluran yang terdiri atas saluran primer, sekunder, dan tersier. Saluran Kalidami merupakan saluran primer yang terhubung dengan beberapa saluran sekunder yaitu (Perda Kota Surabaya, 2014) :

1. Saluran Pucang Anom Timur
2. Saluran Pucang Adi
3. Saluran Kertajaya X
4. Saluran Unair
5. Saluran Srikana
6. Saluran Karang Menjangan
7. Saluran Dharmahusada Indah
8. Saluran Wisma Permai II

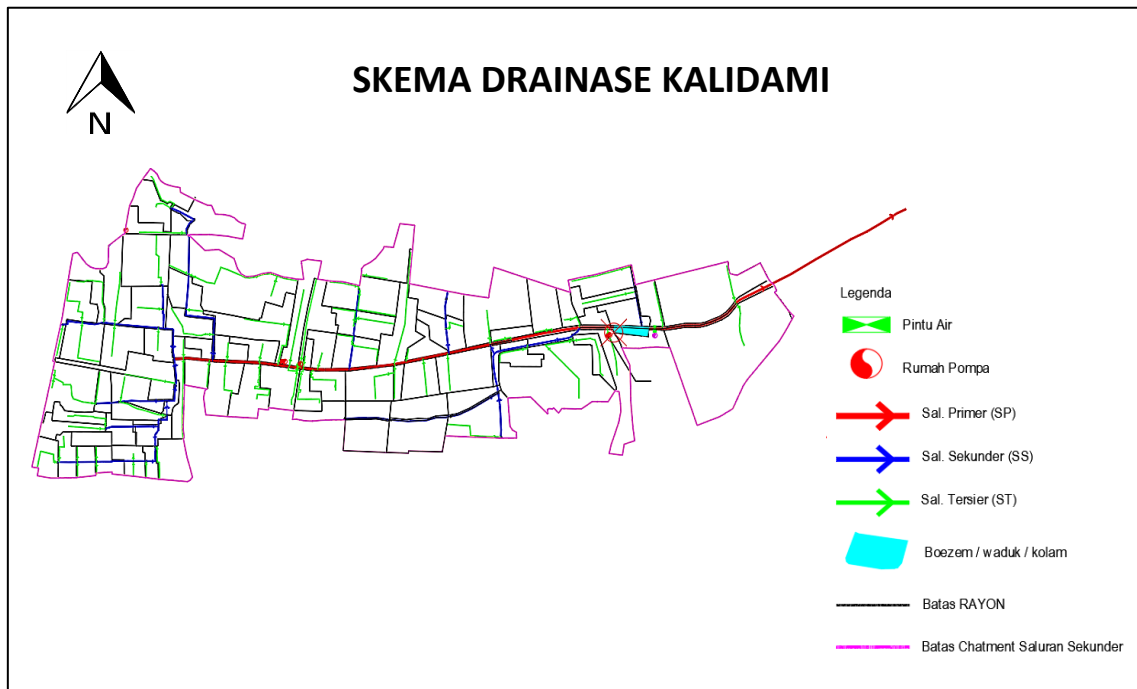
9. Saluran Mleto
10. Saluran Raya ITS/Sawah
11. Saluran ITS Barat
12. Saluran Bhaskara

Boezem adalah area atau suatu bangunan yang mempunyai fungsi sebagai tempat penampungan air (Perda Kota Surabaya: 2018). *Boezem* Kalidami terletak pada hilir Saluran Kalidami yang merupakan salah satu bagian dari jaringan drainase primer memiliki luas kurang lebih sebesar 20936.69 m² dengan kedalaman *Boezem* sebesar 3.8 m. Fungsi utama dari *Boezem* Kalidami berdasarkan Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034 adalah sebagai pengendali banjir.



Gambar 2.1 *Boezem* Kalidami

Adapun skema drainase dari bagian hulu Saluran Kalidami sampai ke *Boezem* Kalidami yaitu sebagai berikut:



Gambar 2.2 Skema Saluran dan *Boezem* Kalidami

2.3 SWMM 5.1

SWMM 5.1 merupakan sebuah aplikasi yang dikembangkan oleh *U.S. Environmental Protection Agency* (EPA). SWMM merupakan model yang digunakan untuk melakukan simulasi curah hujan dinamis yang mengakibatkan adanya limpasan air yang diukur baik berdasarkan kualitas dan kuantitasnya khususnya untuk daerah perkotaan (SWMM User's Manual Version 5.1: 2015).

Pemodelan dengan SWMM dilakukan berdasarkan pada berbagai proses hidrologi, seperti curah hujan dengan variasi waktu, evaporasi pada permukaan air, curah hujan pada daerah tampungan dan infiltrasi dari curah hujan yang masuk ke lapisan tanah tak jenuh air, dengan memperhatikan limpasan dan sistem drainase (Suprpto, 2018). Dengan demikian, maka dapat diketahui bahwa aplikasi ini memiliki keunggulan karena dapat melakukan pemodelan baik dari unsur hidrologi maupun hidrolika sekaligus dalam satu aplikasi.

2.4 MATLAB

Matlab merupakan bahasa kinerja tinggi untuk melakukan komputasi teknis. Matlab dapat mengintegrasikan komputasi, visualisasi, dan pemrograman dalam lingkungan yang mudah digunakan dimana permasalahan dan solusi akan dinyatakan dalam notasi matematika yang familier (*Getting Started with MATLAB*, 2005).

Matlab memungkinkan penggunaannya untuk dapat memecahkan banyak permasalahan komputasi teknis, terutama yang memiliki formulasi matriks dan vektor. Penggunaan Matlab dapat mencakup berbagai hal yaitu sebagai berikut:

1. Matematika dan komputasi.
2. Pengembangan algoritma.
3. Akuisisi data.
4. Pemodelan, simulasi, dan pembuatan prototipe.
5. Analisis data, eksplorasi, dan visualisasi.
6. Sainifik dan grafik teknik.
7. Pengembangan aplikasi, termasuk pembangunan *Graphical User Interface* (GUI).

2.5 Fuzzy Logic

Secara bahasa, arti kata *fuzzy* adalah kabur atau samar. *Fuzzy Logic* merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. (Helfi :2012).

Pada dasarnya, di dalam kehidupan manusia terdapat banyak sekali fenomena yang dapat ditanggapi dengan penalaran yang tidak tepat atau memiliki kecenderungan tertentu. Informasi-informasi yang memiliki sifat ketidaktepatan seperti ini terkadang sangat berguna bagi manusia apabila dapat diukur dengan baik. Dengan berkembangnya teknologi komputer yang

semakin pesat, maka manusia dapat menyelesaikan berbagai permasalahan di dalam kehidupannya. Namun demikian, untuk dapat menggunakan informasi-informasi yang memiliki sifat ketidaktepatan dan harus dihadapkan dengan ketepatan agar dapat diproses oleh sebuah komputer, maka dibutuhkan suatu metode yang mampu menyelesaikan permasalahan tersebut.

Fuzzy Logic merupakan sebuah metode yang dikembangkan untuk dapat berpikir menyerupai cara pikir manusia. Metode ini diperlukan untuk memperjelas berbagai permasalahan yang bersifat samar seperti kecenderungan-kecenderungan suatu obyek terhadap nilai-nilai tertentu. Dengan adanya metode *Fuzzy Logic*, maka sebuah sistem yang dibangun atas konsep ini akan dapat melakukan kuantifikasi atas hal-hal yang bersifat keras seperti “ya” dan “tidak”, atau hal-hal yang bersifat samar seperti “kecil”, “sedang”, dan “besar”. Sehingga dengan adanya metode ini, nilai-nilai tersebut dapat disimpulkan secara lebih terukur dan obyektif.

Tahapan-tahapan yang perlu dilakukan dalam menggunakan metode *Fuzzy Logic* dalam menyelesaikan berbagai permasalahan yaitu sebagai berikut:

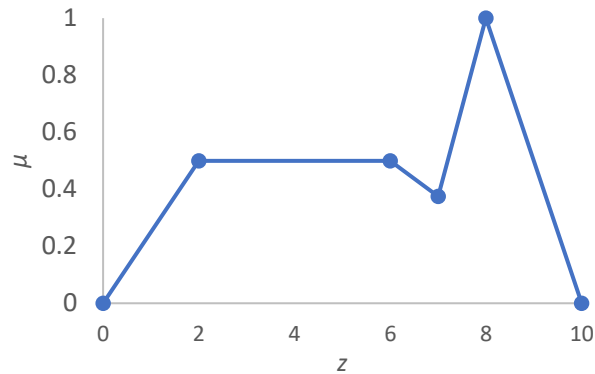
1. Menentukan variabel-variabel *input* dan *output*.
2. Membuat fungsi keanggotaan (*membership function*) dari variabel *input* dan variabel *output* untuk menghasilkan nilai bobot dalam rentang nilai dalam himpunan *fuzzy*.

Jika A adalah himpunan *fuzzy*, maka:

$$A = [0,1]$$

A = Himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*).

3. Menentukan operator-operator *fuzzy* yang akan digunakan.
4. Menentukan fungsi implikasi.
5. Menentukan komposisi output yang dihasilkan.
6. Melakukan proses *defuzzification* untuk mendapatkan nilai *output*.



Gambar 2.3 Contoh *Fuzzy Output*

Dengan nilai defuzzified dapat dihitung dengan persamaan sebagai (Ross, 2010) berikut :

$$z^* = \frac{\int \mu_x(z).zdz}{\int \mu_x(z)dz} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

μ_x = Persamaan garis pada *fuzzy output*

z^* = *Defuzzified value*.

2.6 Analisa Hidrologi

Perhitungan hujan rencana diperlukan untuk menghitung potensi debit air yang akan masuk ke dalam saluran Kalidami. Data ini akan digunakan untuk melakukan *generate* data debit air maksimal yang berada pada saluran Kalidami berdasarkan kondisi saluran yang ada pada model yang dihasilkan melalui alat bantu aplikasi SWMM 5.1. Debit air ini akan berpengaruh terhadap operasional buka tutup pintu air dan pompa air pada *Boezem* Kalidami, dimana *Boezem* akan dipersiapkan untuk menerima potensi debit air yang akan masuk sehingga volume air pada *Boezem* harus dikurangi terlebih dahulu dengan membuka pintu air atau mengaktifkan pompa air sesuai dengan kondisi yang sedang terjadi.

2.6.1 Menentukan Stasiun Hujan dengan Poligon Thiessen

Masing-masing stasiun hujan yang berada di sekitar lokasi studi akan memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap suatu *catchment area*. Poligon Thiessen merupakan salah satu metode untuk menentukan stasiun hujan mana saja yang akan mempengaruhi limpasan air pada permukaan suatu *catchment area*. Prinsip kerja dari metode ini adalah dengan cara memberikan bobot berdasarkan luas *subcatchment area* yang terpengaruh oleh masing-masing stasiun hujan.

Rata-rata terbobot (*weighted average*), masing-masing stasiun hujan ditentukan oleh luas daerah pengaruhnya berdasarkan poligon yang dibentuk (menggambarkan garis-garis sumbu pada garis-garis penghubung antara dua stasiun hujan yang berdekatan) (Ningsih, 2012).

Untuk dapat mengetahui besarnya curah hujan yang akan masuk ke dalam daerah tangkapan air pada sistem drainase Kalidami, dibutuhkan data-data curah hujan rata-rata yang diambil dari stasiun-stasiun hujan yang berada di sekitar saluran Kalidami. Oleh karena itu dibutuhkan metode untuk menentukan stasiun hujan manakah yang berpengaruh terhadap debit air pada saluran Kalidami.

Penentuan stasiun hujan yang akan digunakan pada thesis ini yaitu dengan menggunakan metode Poligon Thiessen. Rumus yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rata-rata yaitu sebagai berikut (Soemarto, 1999):

$$d = \frac{A_1 d_1 + A_2 d_2 + A_3 d_3 + \dots + A_n d_n}{A} = \frac{\sum A_i d_i}{A} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

A : Luas area (km²)

d : Tinggi curah hujan rata-rata

d₁, d₂, d₃...d_n : Tinggi curah hujan di pos 1,2,3... n

A₁, A₂, A₃...A_n : Luas daerah pengaruh pos 1,2,3... n

2.6.2 Curah Hujan Periode Ulang dengan Metode Gumbel

Berdasarkan penelitian terdahulu sesuai dengan jurnal “Perencanaan Jaringan Drainase Sub Sistem Kalidami Surabaya” pada tahun 2017, maka dapat diketahui bahwa jenis distribusi yang memenuhi syarat untuk dapat digunakan pada Boezem Kalidami yaitu antara lain sebagai berikut:

Tabel 2.2 Jenis Distribusi untuk Sistem Drainase Kalidami (Sari, 2017)

Metode Distribusi	Sifat Distribusi		Perhitungan		Ket
	Cs	Ck	Cs	Ck	
Normal	0	3	0,959	4,013	NOT OK
Gumbel	$\leq 1,139$	$\leq 5,402$	0,959	4,013	OK
Pearson Type III	fleksibel	fleksibel	0,959	4,013	OK
Log Pearson Type III	$0 < C_s < 9$		0,743	0,743	OK
Log Normal	$C_s \neq 0$		0,743	3,523	NOT OK
	$C_s = 3C_v + C_v^2 = 0,133$				

Tabel 2.3 Uji Kecocokan (Sari, 2017)

Persamaan Distribusi	Uji Kecocokan							
	Chi-Square				Smirnov-Kolmogorov			
	Xh ²	Nilai	X ²	Evaluasi	D _{maks}	Nilai	Do	Evaluasi
Gumbel	3,00	<	5,991	OK	0,171	<	0,41	OK
Pearson Type III	1,00	<	5,991	OK	0,171		0,41	OK
Log Pearson Type III	1,00	<	5,991	OK	0,171	<	0,41	OK

Berdasarkan tabel di atas, maka dapat diketahui bahwa jenis distribusi Gumbel, Pearson Type III, dan Log Pearson Type III dapat digunakan untuk perhitungan curah hujan rencana pada DAS Kalidami. Dalam tugas akhir ini, jenis distribusi yang akan digunakan adalah distribusi Gumbel yang akan diterapkan untuk menghitung hujan rencana 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 25 tahun, dan 50 tahun sesuai dengan kaidah perencanaan drainase pada

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.

Rumus yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana dengan metode ini adalah (Soemarto, 1999):

$$X_T = \bar{X} + \frac{S}{s_n}(Y_T - Y_n) \dots\dots\dots(2.3)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Kemudian perhitungan periode ulang T dan Y_T dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Soemarto, 1999):

$$Y_T = -\ln \left[-\ln \frac{T-1}{T} \right] \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

Y_T : Nilai reduksi variat (*reduce variate*) dari variabel yang diharapkan.

Y_n : Nilai rata-rata dari reduksi variat (*reduce mean*) dengan jumlah data sebanyak n .

S : Standar Deviasi.

S_n : Deviasi standart dari reduksi variat (*reduce standart deviation*) dengan jumlah data sebanyak n .

X_T : Nilai hujan rencana dengan data ukur T tahun (mm).

\bar{X} : Nilai rata-rata hujan (mm).

2.6.3 Analisa *Runoff* dengan metode *Soil Conservation Service (SCS)*

Metode SCS merupakan metode untuk menghitung *runoff* yang dikembangkan dari hasil pengamatan hujan bertahun-tahun yang melibatkan banyak daerah pertanian di Amerika Serikat. Metode ini mengaitkan karakteristik daerah aliran sungai seperti tanah, vegetasi, dan tata guna lahan dengan bilangan CN (*Curve Number*) (Ideawati, 2015).

1. Curve Number (CN)

Nilai CN menunjukkan fungsi dari karakteristik suatu daerah aliran sungai seperti tipe tanah, tanaman penutup, tata guna lahan, dan lain sebagainya sebagaimana dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.4 SCS Curve number (SWMM 5.1 User Manual, 2015)

<i>Land Use Description</i>	<i>Hydrologic Soil Group</i>			
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
<i>Cultivated land</i>				
<i>Without conservation treatment</i>	72	81	88	91
<i>With conservation treatment</i>	62	71	78	81
<i>Pasture or range land</i>				
<i>Poor condition</i>	68	79	86	89
<i>Good condition</i>	39	61	74	80
<i>Meadow</i>				
<i>Good condition</i>	30	58	71	78
<i>Wood or forest land</i>				
<i>Thin stand, poor cover, no mulch</i>	45	66	77	83
<i>Good cover²</i>	25	55	70	77
<i>Open spaces, lawns, parks, golf courses, cemeteries, etc.</i>				
<i>Good condition: grass cover on 75% or more of the area</i>	39	61	74	80
<i>Fair condition: grass cover on 50-75% of the area</i>	49	69	79	84
<i>Commercial and business areas (85% impervious)</i>	89	92	94	95
<i>Industrial districts (72% impervious)</i>	81	88	91	93
<i>Residential³</i>				
<i>Average lot size (% Impervious⁴)</i>				
<i>1/8 ac or less (65)</i>	77	85	90	92

<i>Land Use Description</i>	<i>Hydrologic Soil Group</i>			
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
<i>1/4 ac (38)</i>	61	75	83	87
<i>1/3 ac (30)</i>	57	72	81	86
<i>1/2 ac (25)</i>	54	70	80	85
<i>1 ac (20)</i>	51	68	79	84
<i>Paved parking lots, roofs, driveways, etc.⁵</i>	98	98	98	98
<i>Streets and roads</i>				
<i>Paved with curbs and storm sewers⁵</i>	98	98	98	98
<i>Gravel</i>	76	85	89	91
<i>Dirt</i>	72	82	87	89
<i>Footnotes:</i> 1. <i>Antecedent moisture condition II.</i> 2. <i>Good cover is protected from grazing and litter and brush cover soil.</i> 3. <i>Curve numbers are computed assuming that the runoff from the house and driveway is directed toward the street with a minimum of roof water directed to lawns where additional infiltration could occur.</i> 4. <i>The remaining pervious areas (lawn) are considered to be in good pasture condition for these curve numbers.</i> 5. <i>In some warmer climates of the country a curve number of 95 may be used.</i>				

2. Debit Limpasan

Debit limpasan dengan menggunakan metode SCS dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = \frac{(P-I_a)^2}{(P-I_a+S)} \dots\dots\dots (2.6)$$

dengan

$$I_a = 0.2S \dots\dots\dots (2.7)$$

dimana

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) (mm) \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan:

Q : Volume limpasan permukaan (mm).

P : Hujan harian (mm).

I_a : Abstraksi awal (mm).

S : Volume dari total simpanan permukaan (*retention parameter*) (mm)

CN : Koefisien limpasan.

2.7 Analisa Hidrolika

Operasional buka tutup pintu air dan pompa air sangat dipengaruhi oleh besarnya debit yang mengalir di saluran. Pada banyak literatur dan prakteknya, secara umum untuk menentukan luas pintu saat terbuka dan jumlah pompa yang akan dihidupkan dalam sebuah tampungan seperti boezem, sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor yang bersifat hidraulik.

2.7.1 Persamaan Debit pada *Orifice* (Pintu Air)

Orifices adalah sebuah fitur yang dapat digunakan untuk memodelkan *outlet* dan struktur pengalihan dalam sebuah sistem drainase. *Orifices* merupakan sebuah lubang yang umumnya dapat berbentuk lingkaran maupun persegi panjang yang ditempatkan baik di bawah maupun di sisi samping pada *upstream node*. (SWMM Manual Version 5.1, 2015)

Pintu air yang terdapat pada *Boezem* Kalidami dapat membuang air yang ada pada *storage/boezem* dengan kekuatan yang diukur dalam satuan debit m^3/dt . Besarnya luas bukaan pintu air haruslah disesuaikan dengan tinggi muka air yang ada di dalam tampungan/*storage* dan debit aliran yang masuk ke dalam tampungan (debit *inflow*). Rumus yang dapat digunakan untuk mengukur besarnya debit pada pintu air yang berada di lokasi muara dimana biasanya dipengaruhi oleh pasang surut air laut adalah sebagai berikut:

$$Q = C_d A \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \dots\dots\dots(2.9)$$

sehingga

$$A = \frac{Q}{C_d \sqrt{2g(h_1 - h_2)}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

- Q : flow rate (m³/dt)
- C_d : discharge coefficient
- A : area of orifice opening (m²)
- g : acceleration of gravity (m/dt²)
- h : head difference across the orifice (m)

2.7.2 Time Lag dan Time of Peak

Time lag (T_L) adalah waktu tercapainya debit puncak dihitung dari pusat hujan satuan. Sedangkan *Time of Peak* (T_P) adalah tenggang waktu dari mulai hujan hingga puncak banjir (SNI, 2016).

Dalam mengantisipasi datangnya banjir, maka perhitungan T_P sangat diperlukan. Dalam berbagai literatur, maka T_P dapat dihitung dengan berbagai rumus. Namun, dalam penggunaannya, tentu sangat ditentukan oleh ketersediaan data yang dimiliki. Berdasarkan metode Nakayasu, maka T_L dan T_P dapat dihitung dengan persamaan-persamaan sebagai berikut:

$$T_L = \begin{cases} 0,21 L^{0,7} & (L < 15 \text{ Km}) \\ 0,527 + 0,058 L & (L \geq 15 \text{ Km}) \end{cases} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$T_P = 1,6 T_L \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan:

- L : Panjang Sungai (Km)
- T_L : *Time Lag* (jam)
- T_P : *Time of Peak* (jam)

2.8 *Root Mean Square Error (RMSE)*

Salah satu hal penting dalam menentukan apakah sebuah model yang dibuat layak untuk digunakan sebagai acuan analisis adalah dengan terlebih dahulu mengukur tingkat kesalahannya. Menurut Astari (2018), RMSE merupakan nilai rata-rata dari jumlah kuadrat kesalahan hasil analisis. Kelebihan dari RMSE yaitu memiliki tingkat sensitivitas yang cukup tinggi.

Untuk menghitung nilai kesalahan model tinggi muka air pada Boezem Kalidami yaitu dapat menggunakan metode RMSE ini yang dihitung dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana n merupakan jumlah sampel yang digunakan untuk mengukur nilai error yang dihasilkan berdasarkan selisih dari nilai data tinggi muka air observasi lapangan dan nilai tinggi muka air yang dihasilkan dari model (e_i , $i=1,2,3 \dots n$).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Dalam Bab Metode Penelitian ini akan diuraikan bagaimana tahapan-tahapan yang perlu dilakukan, mulai dari awal hingga pada akhirnya akan tersusun prosedur operasional buka tutup pintu air dan pompa air berdasarkan metode *fuzzy logic*. Tahapan-tahapan pelaksanaan kegiatan penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

3.1.1 Menentukan Lokasi Studi

Penelitian ini mengambil lokasi pada Boezem Kalidami yang terletak di Kecamatan Mulyorejo, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur.



Gambar 3.1 Pintu air Kalidami



Gambar 3.2 Pompa air di dalam rumah pompa



Gambar 3.3 Pompa air di bagian luar



Gambar 3.4 Pembuangan air *Boezem* ke arah hilir

3.1.2 Melakukan Studi Literatur

Studi literatur penting dilakukan untuk mengetahui perkembangan penelitian-penelitian yang telah dilakukan khususnya penelitian dalam bidang teknik sipil yang berlokasi di Boezem Kalidami dan berbagai penelitian tentang pemodelan yang berkaitan dengan penggunaan metode *fuzzy logic* dalam menentukan operasional buka tutup pintu air dan pompa air.

3.1.3 Survei Lokasi

Kegiatan ini dilakukan untuk melihat secara langsung bagaimana kondisi terkini dari *Boezem* Kalidami. Dengan mendatangi secara langsung lokasi yang menjadi obyek penelitian, maka akan didapatkan informasi-informasi yang lebih lengkap setelah sebelumnya dilakukan studi literatur terhadap lokasi penelitian.

Manfaat dari kegiatan ini adalah dapat melakukan tanya jawab secara langsung kepada operator yang bertugas di rumah pompa pada *Boezem* Kalidami dan mendapatkan dokumentasi pada obyek-obyek penting di lokasi studi.

3.1.4 Melakukan Pengumpulan Data

Kegiatan ini merupakan salah satu bagian penting dalam sebuah penelitian. Pengumpulan data baik data primer maupun data sekunder dibutuhkan untuk melakukan analisis terhadap kondisi terkini yang ada di sistem drainase Kalidami. Kemudian hasil dari analisa data tersebut akan menghasilkan informasi yang dapat digunakan untuk berbagai hal, salah satunya adalah seperti membuat prosedur pengoperasian buka tutup pintu air dan pompa air.

Berikut adalah beberapa data yang diperlukan untuk menganalisa sistem drainase Kalidami sehingga akan menghasilkan *output* akhir yaitu prosedur pengoperasian buka tutup pintu air dan pompa air di *Boezem* Kalidami:

1. Data Hujan

Data ini sangat diperlukan dan merupakan data input yang sangat penting untuk melakukan pemodelan khususnya di bidang hidrologi dan hidrolika. Hal ini disebabkan karena hujan merupakan faktor yang sangat mempengaruhi sistem drainase selain limbah domestik yang selalu mengalir di Saluran Kalidami.

2. Data *Catchment Area*

Data ini sangat dibutuhkan dalam penelitian ini karena data ini akan menggambarkan secara jelas seberapa luas wilayah penelitian dan seberapa besar pengaruhnya bagi debit air yang akan mengalir pada Saluran Kalidami dari hulu hingga ke *Boezem* Kalidami.

3. Data Saluran Kalidami

Besarnya debit air yang akan mengalir ke dalam *Boezem* Kalidami sangat dipengaruhi oleh kondisi saluran primer yang terhubung olehnya. Data penampang saluran seperti panjang saluran, lebar saluran, *cross section*, dan lainnya akan digunakan dalam pemodelan sistem drainase menggunakan alat bantu yaitu aplikasi SWMM 5.1.

4. Data *Boezem* Kalidami

Data ini mutlak diperlukan untuk dapat melakukan pemodelan khususnya untuk menganalisis sistem drainase Kalidami secara hidraulik. Data-data terkait *boezem* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu seperti geometri *boezem*, pencatatan tinggi muka air untuk melakukan kalibrasi dan lainnya.

5. Data Pintu Air

Data pintu air seperti jumlah pintu yang tersedia, dan ukuran pintu sangat dibutuhkan untuk melakukan pemodelan dengan alat bantu aplikasi SWMM 5.1. Dengan mengetahui dan menganalisa data ini, maka akan dapat disusun prosedur operasional buka tutup pintu air dengan

menggunakan metode *fuzzy logic* berdasarkan perhitungan debit *outflow* yang dibutuhkan.

6. Data Pompa Air

Data pompa air seperti jumlah pompa air yang saat ini tersedia beserta spesifikasi pompa sangat dibutuhkan untuk melakukan pemodelan dengan alat bantu aplikasi SWMM 5.1. Dengan mengetahui dan menganalisa data ini, maka akan dapat disusun prosedur operasional pompa air dengan menggunakan metode *fuzzy logic* berdasarkan perhitungan debit *outflow* yang dibutuhkan.

3.1.5 Melakukan Analisa Hidrologi

Melakukan perhitungan dan analisa hidrologi perlu dilakukan khususnya sebelum melakukan pemodelan hidrolika. Hal ini disebabkan karena input yang dibutuhkan dalam melakukan analisa hidrolika sebagian besar dipengaruhi oleh data-data hidrologi. Dalam penelitian ini, kegiatan melakukan analisa hidrologi dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Menghitung data hujan menjadi jam-jaman yang diperoleh dari stasiun hujan ITS sehingga akan bermanfaat untuk pemodelan hidrolika buka tutup pintu air dan operasi pompa air di *boezem*.
2. Membuat Poligon Thiessen untuk menganalisa stasiun-stasiun hujan apa saja yang berada di sekitar wilayah penelitian yang akan digunakan untuk melakukan perhitungan hujan periode ulang.
3. Menghitung hujan periode ulang untuk menentukan input yang akan digunakan pada pemodelan dengan menggunakan aplikasi SWMM 5.1 untuk mengetahui pola aliran yang berada pada sistem drainase Kalidami.

3.1.6 Menyusun Model Sistem Drainase Kalidami dengan SWMM 5.1

Setelah mendapatkan data-data yang dibutuhkan sebagaimana telah dijabarkan pada subbab sebelumnya, maka akan dapat dilakukan penyusunan

model Sistem Drainase Kalidami dengan menggunakan alat bantu aplikasi SWMM 5.1. Model yang telah dibuat diharapkan akan dapat digunakan untuk menganalisa bagaimana performa dari sistem drainase Kalidami sehingga akan dapat dilakukan tahapan-tahapan berikutnya hingga penyusunan prosedur operasional buka tutup pintu air dan pompa air di *Boezem* Kalidami.

3.1.7 Melakukan Kalibrasi Model

Model sistem drainase yang telah dihasilkan dengan menggunakan SWMM 5.1 haruslah dapat menggambarkan kondisi nyata yang ada. Dengan demikian, maka dibutuhkan adanya upaya untuk justifikasi kelayakan model yang telah dihasilkan. Penelitian ini menggunakan metode RMSE untuk melakukan uji kelayakan atas model sistem drainase yang telah dihasilkan.

3.1.8 Pembuatan *Membership Function*

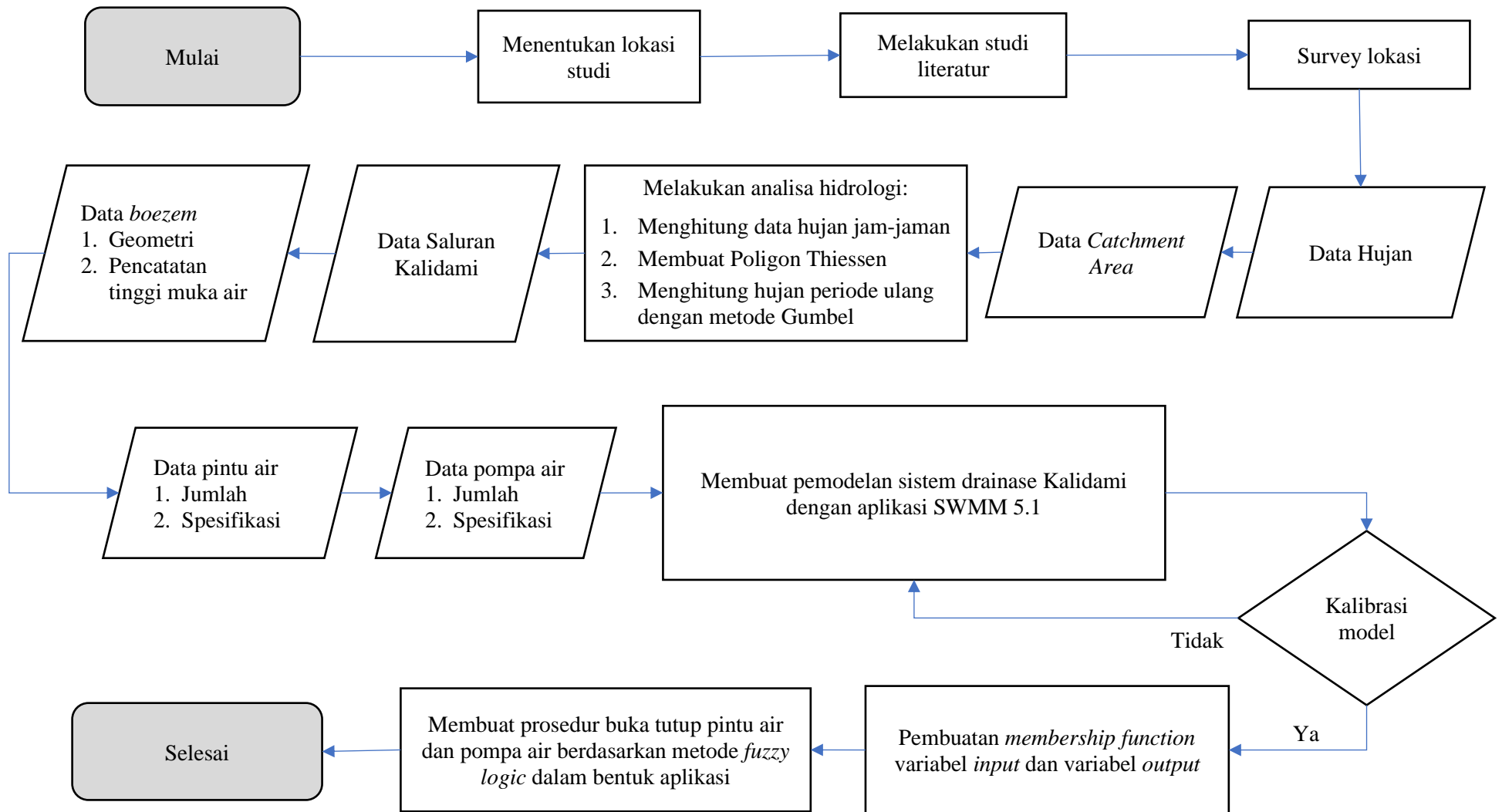
Tahapan ini dilakukan dengan cara menganalisis variabel *input* dan variabel *output* yang akan digunakan sehingga akan menghasilkan *membership function* yang dibutuhkan untuk menentukan prosedur buka tutup pintu air berdasarkan metode *fuzzy logic*.

3.1.9 Pembuatan Prosedur dalam Bentuk Aplikasi

Seperti telah diuraikan pada subbab sebelumnya bahwa tujuan utama dari penelitian ini adalah menghasilkan prosedur operasional buka tutup pintu air dan pompa air yang berada di *Boezem* Kalidami. Hasil akhir dari penyusunan prosedur yang dilakukan diharapkan akan menghasilkan aplikasi yang mudah digunakan dan memiliki manfaat khususnya bagi operator yang bekerja pada rumah pompa di lokasi *Boezem* Kalidami.

3.2 Diagram Alur Pelaksanaan Penelitian

Untuk mempermudah pemahaman terhadap tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian ini, maka dapat melihat diagram alur (*flowchart*) pelaksanaan penelitian yang berlokasi di *Boezem* Kalidami sebagai berikut:



Gambar 3.5 Flowchart Penelitian

BAB 4

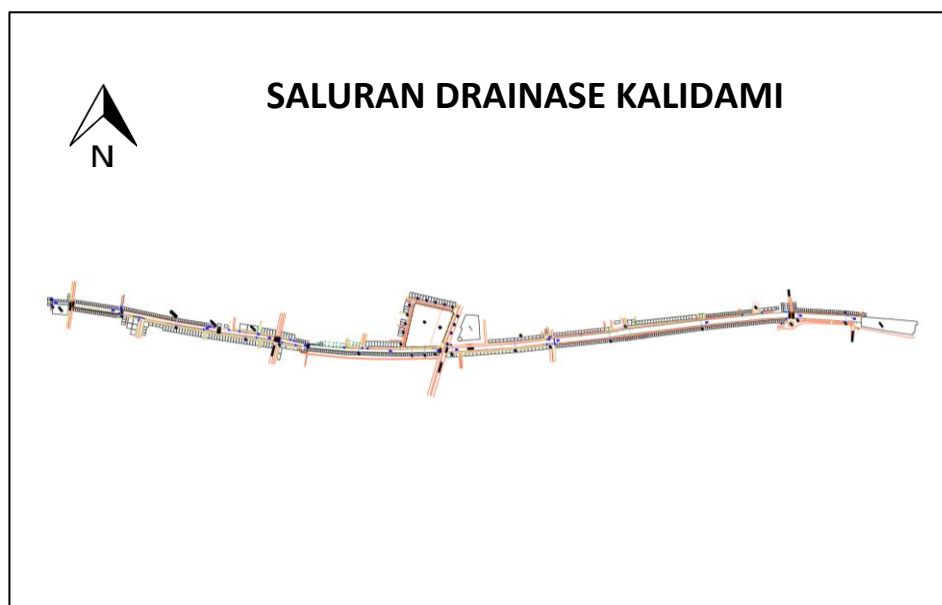
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Skema Aliran Pada Sistem Drainase Kalidami

Sebagaimana diketahui bahwa saluran Kalidami merupakan saluran penting yang berada di Kota Surabaya. Fungsi utama dari saluran ini adalah mengalirkan air limbah domestik sehingga apabila terdapat masalah pada saluran ini, maka besar kemungkinan akan terjadi banjir di Kota Surabaya. Berikut adalah beberapa informasi terkait dengan skema sistem drainase Kalidami.

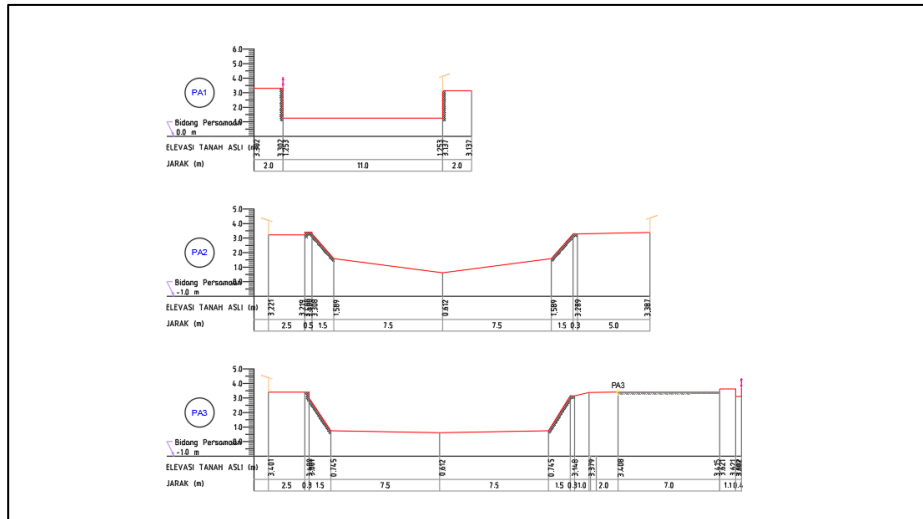
4.1.1 Penampang Saluran Kalidami

Saluran Kalidami merupakan saluran yang terhubung langsung dengan *Boezem* Kalidami. Saluran ini merupakan saluran primer yang terhubung dengan banyak saluran sekunder pada sistem drainase Kalidami. Saluran Kalidami dalam penelitian ini memiliki panjang saluran sebesar 4465.27 meter yang terbentang dari Kecamatan Gubeng dan memanjang sejajar dengan Jl. Kertajaya sampai ke *Boezem* Kalidami.



Gambar 4.1 Saluran Drainase Kalidami (SDMP, 2018)

Saluran ini memiliki lebar sungai yang bervariasi antara 11-35 meter dari ujung hulu di Kecamatan Gubeng sampai ke Boezem Kalidami. Berikut adalah *cross section* di pada saluran Kalidami yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 4.2 *Cross Section* Saluran Kalidami (Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematuan Kota Surabaya)

4.1.2 *Catchment Area*

Secara keseluruhan, luas *catchment area* yang mempengaruhi aliran air di Saluran Kalidami sampai ke Boezem yaitu sebesar 982.81 Ha. Pada penelitian ini, *catchment area* yang digunakan dibagi berdasarkan kesamaan titik *inlet* yang terhubung dengan saluran primer sejumlah 33 *subcatchments*.



Gambar 4.3 *Subcatchment Area* (Simulasi SWMM 5.1)

Berikut ini adalah luas dari masing-masing *subcatchment* sesuai dengan gambar di atas yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.1 Luas *Subcatchment Area*

Subcatchment	Area (Ha)	Luas Area (m ²)
1	270.28	2,702,789
2	4.02	40,234
3	7.06	70,570
4	121.45	1,214,505
5	6.33	63,346
6	6.51	65,127
7	15.26	152,627
8	7.40	73,971
9	14.40	143,973
10	22.33	223,317
11	15.78	157,833
12	13.27	132,743
13	12.28	122,803
14	2.15	21,465
15	7.46	74,611

Subcathment	Area (Ha)	Luas Area (m ²)
16	9.30	92,981
17	8.25	82,475
18	65.05	650,491
19	18.85	188,533
20	18.25	182,528
21	7.00	70,017
22	12.64	126,373
23	24.46	244,552
24	20.71	207,092
25	90.42	904,238
26	33.54	335,357
27	4.22	42,198
28	13.41	134,144
29	5.41	54,054
30	71.00	709,987
31	20.32	203,246
32	4.07	40,708
33	29.92	299,200
Total	982.81	9,828,088

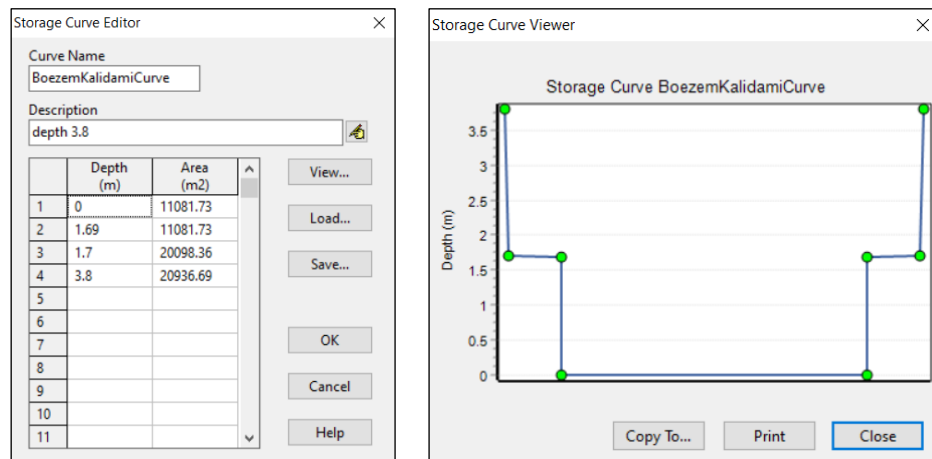
4.1.3 Dimensi *Boezem Kalidami*

Boezem Kalidami terletak di Kecamatan Mulyorejo, Kota Surabaya. *Boezem* ini memiliki kedalaman sebesar 3.8 m dengan daya tampung sebesar 61.971 m³.



Gambar 4.4 *Boezem Kalidami* di Kota Surabaya

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan maka diketahui bahwa luas area dari permukaan *boezem* dibandingkan dengan kedalamannya dapat diinput ke dalam aplikasi SWMM 5.1 secara skematik. Hal ini dapat dilihat pada gambar berikut:



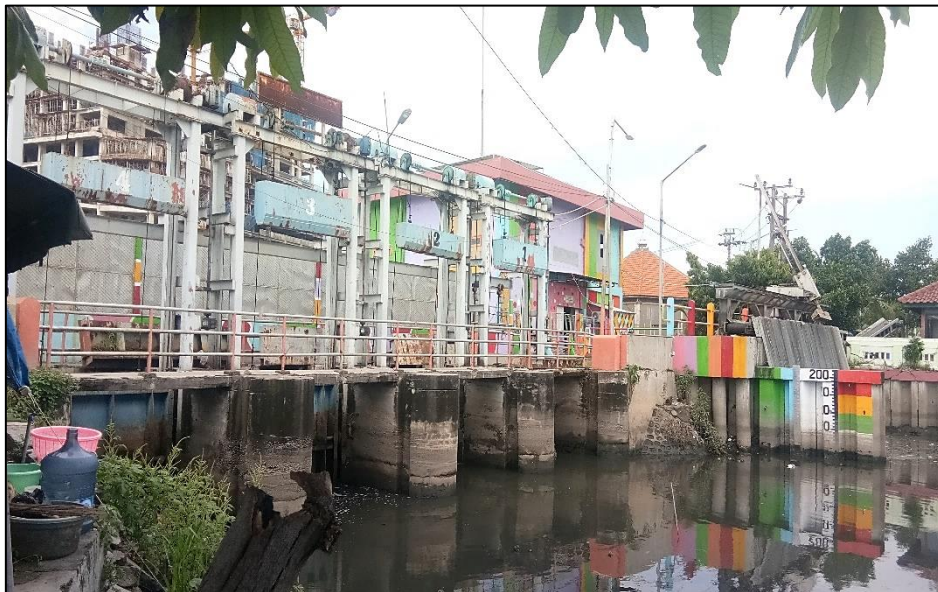
Gambar 4.5 *Storage Curve* (Simulasi SWMM 5.1)

4.1.4 Pintu Air dan Pompa Air Kalidami

Salah satu fungsi dari Boezem Kalidami yaitu sebagai pengendali banjir di wilayah Kota Surabaya. Untuk menjalankan fungsi tersebut, maka saluran

Kalidami harus mampu mengalirkan air yang melimpah di sepanjang saluran ini dengan lancar.

Pada bagian hilir yaitu di sebelah timur Kota Surabaya yaitu sejauh 4 Km dari lokasi *Boezem* Kalidami, terdapat laut yang dapat membawa arus balik ke arah *boezem*. Sehingga agar pembuangan air ke arah hilir Kota Surabaya dapat berjalan dengan lancar terutama saat air laut sedang pasang, maka diperlukan adanya pintu air yang dapat menghalangi masuknya air laut ke dalam *boezem*, dan diperlukan adanya pompa air yang dapat terus mengalirkan air menuju hilir.



Gambar 4.6 Pintu Air *Boezem* Kalidami

Untuk memperlancar pembuangan air melalui saluran Kalidami, *Boezem* Kalidami telah dilengkapi dengan 4 buah pintu air dengan ukuran masing-masing pintunya sebesar 3.7 x 3 m dan dilengkapi dengan 7 buah pompa banjir dengan kekuatan masing-masing pompa sebesar 3 m³/dt.



Gambar 4.7 Pompa Air *Boezem* Kalidami

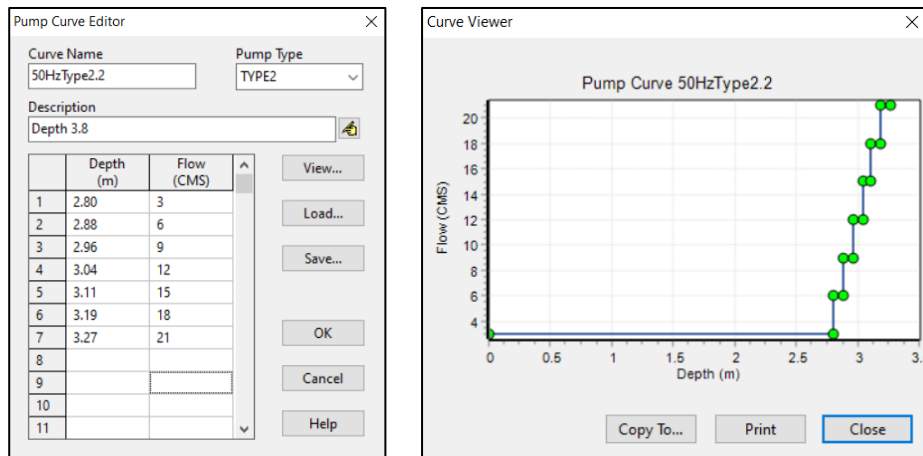
Untuk melakukan simulasi di dalam aplikasi SWMM 5.1, maka spesifikasi pintu air dan pompa air pada *Boezem* Kalidami diinput secara skematik. Hasil input data pintu air dan pompa air ke dalam aplikasi SWMM 5.1 adalah sebagai berikut.

Property	Value
Name	23
Inlet Node	55
Outlet Node	57
Description	...
Tag	
Type	SIDE
Shape	RECT_CLOSED
Height	3.7
Width	12
Inlet Offset	-0.25
Discharge Coeff.	0.65
Flap Gate	NO
Time to Open/Close	0
Optional comment or description	

Gambar 4.8 *Input Data* Pintu Air dengan *Orifices* pada Aplikasi SWMM 5.1

Gambar di atas menunjukkan hasil input data dimensi pintu air secara skematik di dalam aplikasi SWMM 5.1 dengan dimensi total pintu sebesar 3.7 m x 12 m (4 buah pintu).

Berikut adalah hasil input data pompa air sebanyak 7 buah pompa dengan kekuatan masing-masing pompa sebesar 3 m³/dt di dalam aplikasi SWMM 5.1 secara skematik.



Gambar 4.9 *Pump Curve* dari Pompa Air *Boezem Kalidami*

Salah satu hal yang menjadi kelemahan dalam operasional pompa air di *Boezem Kalidami* adalah belum adanya prosedur yang baku untuk menghidupkan pompa air di rumah pompa *Boezem Kalidami*. Sedangkan, untuk dapat melakukan simulasi pada aplikasi SWMM 5.1, input data yang diperlukan adalah data-data yang bersifat prosedural. Sehingga dibutuhkan asumsi untuk input data *pump curve* di aplikasi SWMM 5.1. Input data *pump curve* ini dilakukan dengan menyesuaikan data pencatatan perubahan tinggi muka air pada tanggal 25 Februari 2020 yang dibagi secara proporsional antara nilai tinggi air di dalam *boezem* dengan debit *outflow* dari pompa air tersebut.

4.1.5 Stasiun Hujan

Agar pergerakan aliran air yang berada di dalam Saluran Kalidami dan *Boezem Kalidami* dapat dianalisis, maka dibutuhkan adanya pengukuran dan

bahkan penyusunan model dari Saluran dan *Boezem* Kalidami yang cukup dapat menggambarkan kondisi sebenarnya.

Oleh karena hal tersebut, maka dibutuhkan juga data hujan yang mempengaruhi wilayah penelitian. Data hujan ini berasal dari beberapa stasiun hujan terpilih yang berada di sekitar Saluran dan *Boezem* Kalidami.

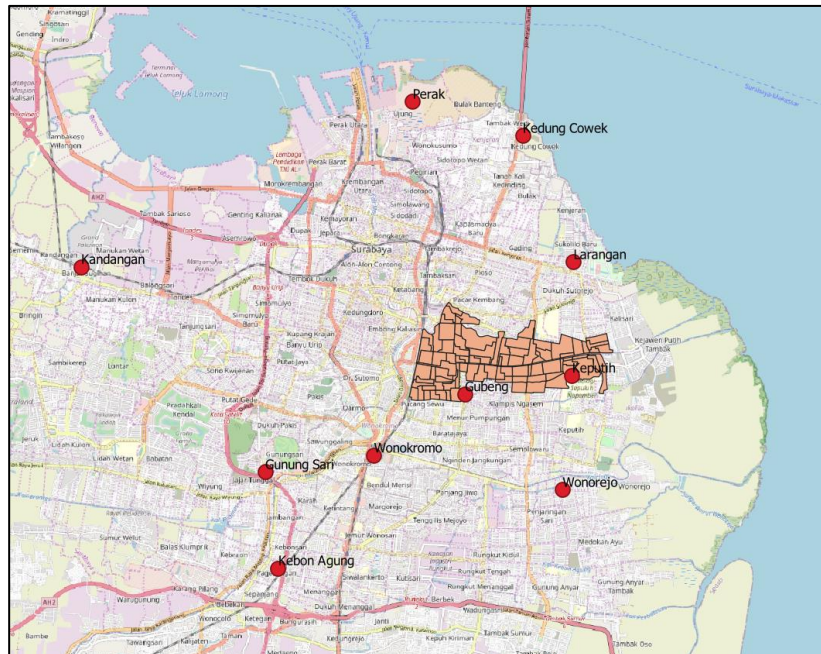
Penelitian ini menggunakan 3 buah stasiun hujan yaitu stasiun hujan milik Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) dan Stasiun Hujan Gubeng serta Keputih. Stasiun hujan ITS dibutuhkan karena memiliki *timestep* yang sangat kecil yaitu per 10 menit sehingga dapat dikonversi menjadi data hujan jam-jaman dan dapat diinput ke dalam aplikasi SWMM untuk pemodelan pompa air dan pintu air yang lebih baik. Stasiun hujan Gubeng dan Keputih memiliki data yang sangat panjang sehingga dapat digunakan untuk mencari hujan periode ulang 5 tahun sesuai dengan kaidah-kaidah perencanaan drainase pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.

Berikut adalah data lokasi dari sejumlah stasiun hujan yang berada di sekitar sistem drainase Kalidami.

Tabel 4.2 Stasiun Hujan di Sekitar *Catchment Area*

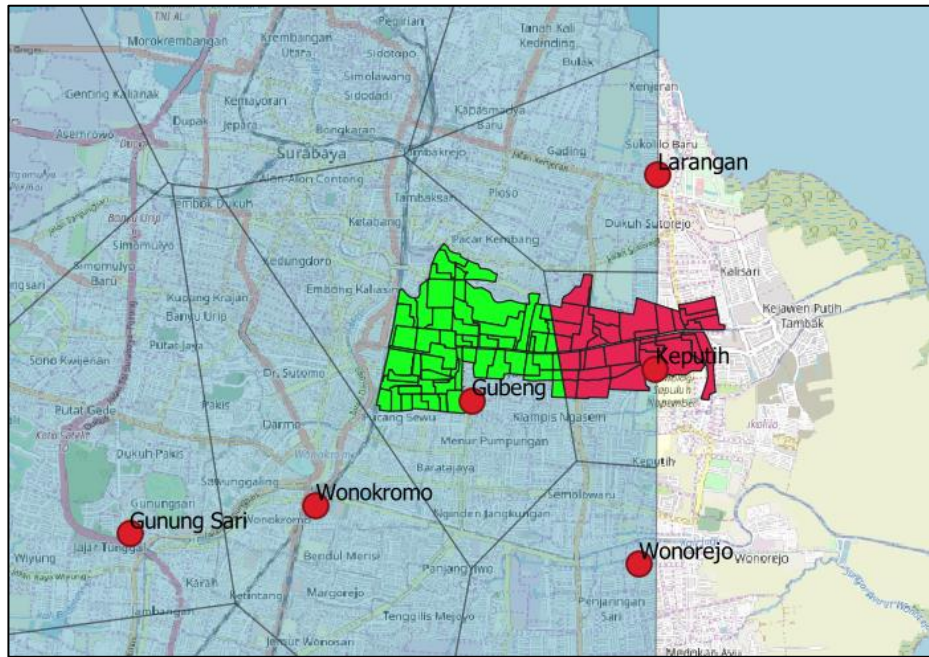
No	Nama Stasiun Hujan	Koordinat	
		longitude	latitude
1	Wonokromo	112.739	-7.302
2	Kandangan	112.658	-7.251
3	Gubeng	112.764	-7.286
4	Perak	112.749	-7.206
5	Gunung Sari	112.709	-7.307
6	Larangan	112.793	-7.249
7	Keputih	112.793	-7.28
8	Wonorejo	112.791	-7.312

No	Nama Stasiun Hujan	Koordinat	
		longitude	latitude
9	Kedung Cowek	112.779	-7.215
10	Kebon Agung	112.713	-7.333



Gambar 4.10 Persebaran Stasiun Hujan

Pemilihan stasiun hujan dilakukan dengan menggunakan alat bantu GIS berdasarkan metode Poligon Thiessen. Hasil dari penggunaan metode tersebut menghasilkan stasiun hujan terpilih yaitu Gubeng dan Keputih sebagaimana dapat terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.11 Pemilihan Stasiun Hujan Berdasarkan *Poligon Thiessen*

Berdasarkan hasil penggunaan metode Poligon Thiessen sebagaimana telah dijabarkan di atas, maka dapat diketahui luas dari *subcatchment area* terbagi ke dalam dua buah poligon dari stasiun hujan Gubeng dan Keputih sebagaimana dapat dilihat pada area berwarna biru pada gambar di atas. Adapun luas dari masing-masing wilayah yang masuk ke dalam area poligon yaitu dijabarkan sebagai berikut:

Tabel 4.3 Persentase Luas *Subcatchment Area*

Subcatchment	Area (Ha)	Area (m ²)
Total	982.81	9,828,088

Subcatchment	Area (Ha)	Area (m ²)	%
Luas Gubeng	575.85	5,758,530	58.59%
Luas Keputih	407	4,069,558	41.41%

4.2 Analisa Debit Saluran Kalidami

Setelah mendapatkan data-data yang dibutuhkan sebagaimana dijelaskan pada Sub Bab sebelumnya, maka langkah selanjutnya adalah dengan mengolah data-data tersebut sehingga dapat digunakan untuk pemodelan Saluran dan *Boezem* Kalidami.

4.2.1 Kalibrasi model SWMM

Penyusunan model sistem drainase Kalidami merupakan upaya untuk mempermudah analisis terhadap performa aliran yang berada di lokasi tersebut dari hulu sampai ke hilirnya. Model yang telah terbentuk haruslah dapat dijustifikasi telah dapat menggambarkan kondisi yang sebenarnya. Setelah hal tersebut dilakukan, maka kemudian model yang telah terbentuk tersebut akan dapat digunakan untuk berbagai hal seperti membuat perencanaan dan lainnya.

Kalibrasi dilakukan dengan cara melakukan *adjustment* pada beberapa parameter yaitu kemiringan dasar saluran dan *pump curve*. Hal ini dilakukan karena beberapa hal sebagai berikut:

1. Aplikasi SWMM 5.1 memberikan notifikasi *error* ketika elevasi pada *node-node* yang semakin mendekati hulu mengecil. Sehingga tidak dapat menggunakan data sekunder yang telah diperoleh.
2. Angka-angka yang diinput pada bagian *pump curve* dalam aplikasi SWMM 5.1 seolah-olah telah memiliki prosedur. Padahal dalam kenyataannya belum ada prosedur yang baku dalam pengoperasian pompa air.

Berikut adalah contoh proses kalibrasi yang telah dilakukan saat pembentukan model hingga mendapatkan hasil akhir yang digunakan. Adapun *pump curve* yang digunakan dapat dilihat seperti pada sub bab 4.1.4.

- a. Simulasi 1: dilakukan dengan mengasumsikan kemiringan rata-rata saluran sebesar 0.0008 dengan konsekuensi selisih elevasi *node* saluran pada *inlet boezem* dengan hulunya adalah sebesar 3.479 m.

- b. Simulasi 2: dilakukan dengan mengasumsikan kemiringan rata-rata saluran sebesar 0.0002 dengan konsekuensi selisih elevasi *node* saluran pada *inlet boezem* dengan hulunya adalah sebesar 0.870 m.
- c. Simulasi 3: dilakukan dengan mengasumsikan kemiringan rata-rata saluran sebesar 0.00018 dengan konsekuensi selisih elevasi *node* saluran pada *inlet boezem* dengan hulunya adalah sebesar 0.078 m.

Tabel 4.4 Proses Kalibrasi

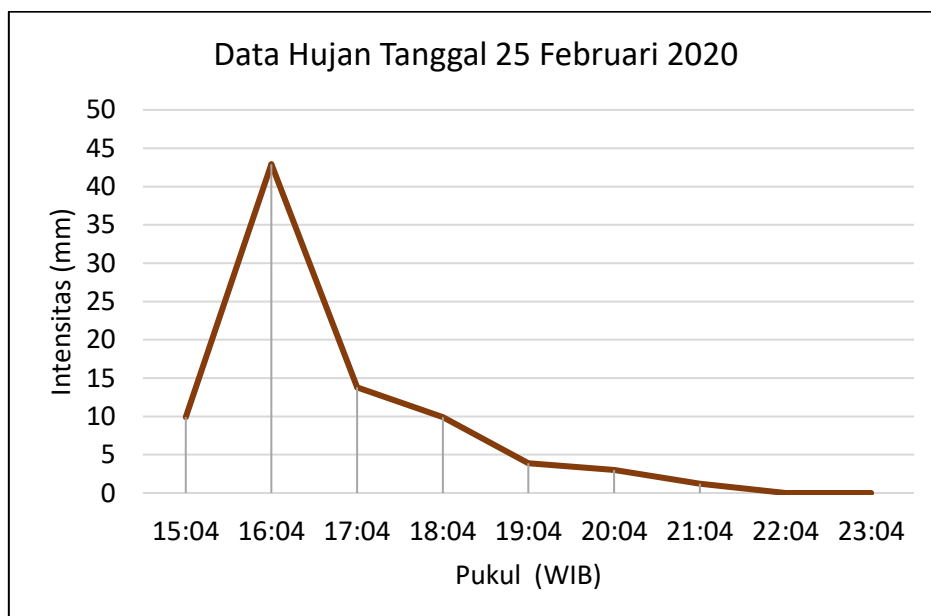
Pukul	Depth Observasi (m)	Depth SWMM 5.1 (m)		
		Simulasi 1	Simulasi 2	Simulasi 3
20:30	3.08	2.80	2.79	2.78
20:45	3.06	2.79	2.79	2.78
21:00	3.04	2.78	2.78	2.78
21:15	2.91	2.76	2.77	2.76
21:30	2.91	2.74	2.76	2.75
21:45	2.88	2.72	2.74	2.74
22:00	2.73	2.69	2.73	2.73
RMSE		0.205	0.201	0.207

Berdasarkan data di atas, maka dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan perubahan nilai ketinggian muka air yang berbeda-beda dari simulasi 1, simulasi 2, dan simulasi 3. Kemudian, dari ketiga simulasi tersebut, nilai RMSE yang dihasilkan tidak terlalu signifikan. Namun demikian, terdapat perbedaan yang signifikan pada selisih elevasi *node* saluran pada *inlet boezem* dengan elevasi *node* pada bagian hulu saluran. Dengan pertimbangan bahwa wilayah Kota Surabaya memiliki permukaan tanah yang cenderung datar dan dengan didukung adanya data sekunder lainnya seperti DEM (*Digital Elevation Model*), maka simulasi 3 dipilih sebagai model yang akan digunakan.

Berikut adalah data pencatatan tinggi muka air pada tanggal 25 Februari 2020 yang dilakukan saat terjadinya curah hujan yang cukup tinggi di Kota Surabaya yaitu sebesar 84,6 mm/hari.

Tabel 4.5 Data Curah Hujan Tanggal 25 Februari 2020 (ITS, 2020)

Tanggal	Pukul	Intensitas (mm)
2/25/2020	15:04	9.9
2/25/2020	16:04	42.9
2/25/2020	17:04	13.8
2/25/2020	18:04	9.9
2/25/2020	19:04	3.9
2/25/2020	20:04	3
2/25/2020	21:04	1.2
2/25/2020	22:04	0
2/25/2020	23:04	0
Total		84.6



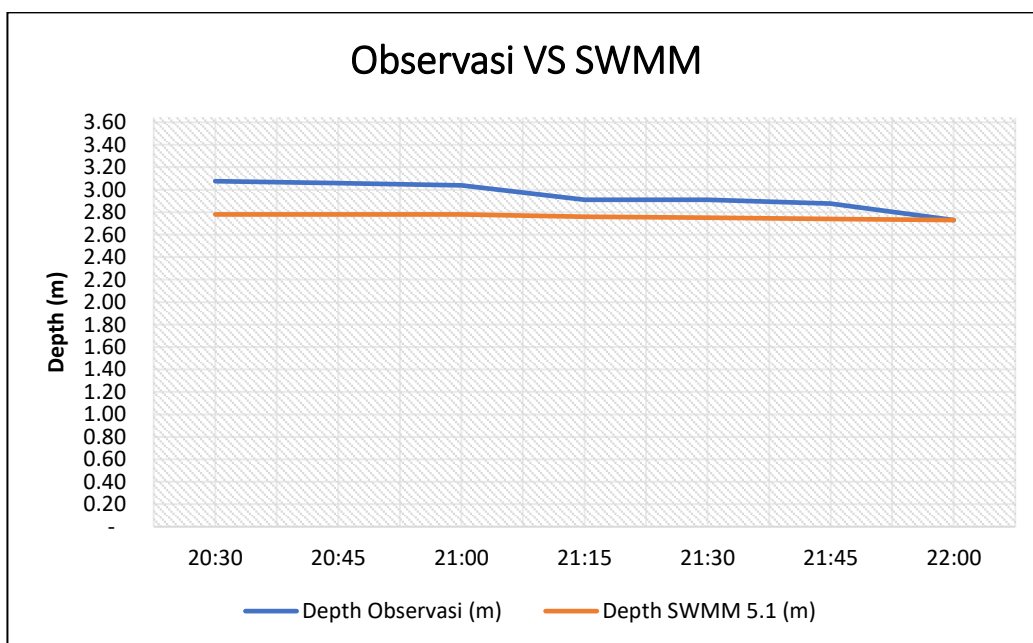
Gambar 4.12 Data Curah Hujan Tanggal 25 Februari 2020 (ITS, 2020)

Berdasarkan hasil pemodelan dengan aplikasi SWMM 5.1 yang telah dilakukan, maka akan didapatkan hasil pada waktu yang sama dengan data di atas. Sehingga akan dapat dilakukan kalibrasi model yaitu dengan metode RMSE. Berdasarkan hasil pencatatan tinggi muka air di dalam *boezem* pada

tanggal 25 Februari 2020 dibandingkan dengan kedalaman tinggi muka air yang dihasilkan oleh pemodelan dengan menggunakan SWMM 5.1, maka akan didapatkan nilai RMSE sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hasil Kalibrasi Model (Simulasi SWMM 5.1)

Pukul	Depth Observasi (m)	Depth SWMM 5.1 (m)
20:30	3.08	2.78
20:45	3.06	2.78
21:00	3.04	2.78
21:15	2.91	2.76
21:30	2.91	2.75
21:45	2.88	2.74
22:00	2.73	2.73



Gambar 4.13 Hasil Kalibrasi Model (Simulasi SWMM 5.1)

Berdasarkan hasil kalibrasi di atas, maka dapat diketahui nilai RMSE yang dihasilkan adalah sebesar 0.207. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model

yang dihasilkan telah cukup baik digunakan untuk melakukan analisis, perencanaan, dan lain sebagainya.

Dalam penelitian ini, maka model yang telah terbentuk akan digunakan untuk pembuatan aplikasi yang diharapkan dapat digunakan oleh operator rumah pompa di *Boezem* Kalidami sebagai dasar prosedur pengoperasian buka tutup pintu air dan prosedur untuk menghidupkan atau mematikan pompa air yang ada pada *boezem* tersebut.

4.2.2 Analisa Hujan Periode Ulang

Dengan terpilihnya stasiun hujan Gubeng dan Keputih menjadi stasiun hujan terpilih, maka data-data yang dimiliki pada kedua stasiun hujan tersebut dapat digunakan untuk mencari hujan periode ulang. Berdasarkan pada penelitian sebelumnya sebagaimana diuraikan pada Bab II tentang pemilihan metode statistik yang dapat digunakan, maka penelitian ini menggunakan metode Gumbel untuk menganalisa curah hujan periode ulang di wilayah penelitian. Dengan menggunakan data hujan selama 15 tahun yang tersedia yaitu dari tahun 2000-2014, maka hasil perhitungan hujan periode ulang dengan metode Gumbel dari stasiun hujan Gubeng dan Keputih yaitu sebagai berikut:

1. Stasiun Hujan Gubeng 2000-2014

Tabel 4.7 Data Hujan Harian Maksimum Stasiun Hujan Gubeng

Hujan Harian Maksimum Gubeng		
No	Tahun	Rmax
1	2000	93.00
2	2001	120.00
3	2002	170.00
4	2003	68.00
5	2004	86.00
6	2005	89.00
7	2006	106.00

Hujan Harian Maksimum Gubeng		
No	Tahun	Rmax
8	2007	104.00
9	2008	98.00
10	2009	86.00
11	2010	106.00
12	2011	81.00
13	2012	70.00
14	2013	99.00
15	2014	109.00

Tabel 4.8 Data Hitung Stasiun Hujan Gubeng dengan Metode Gumbel

Ranking (m)	Urutan	$(x-\bar{x})^2$	p	y	yn
			rank/(n+1)	$-\ln \ln (1/p)$	$(y-\bar{y})^2$
1	170.00	5041.00	0.06	-1.02	2.35
2	120.00	441.00	0.13	-0.73	1.55
3	109.00	100.00	0.19	-0.52	1.06
4	106.00	49.00	0.25	-0.33	0.70
5	106.00	49.00	0.31	-0.15	0.44
6	104.00	25.00	0.38	0.02	0.24
7	99.00	0.00	0.44	0.19	0.10
8	98.00	1.00	0.50	0.37	0.02
9	93.00	36.00	0.56	0.55	0.00
10	89.00	100.00	0.63	0.76	0.06
11	86.00	169.00	0.69	0.98	0.22
12	86.00	169.00	0.75	1.25	0.54
13	81.00	324.00	0.81	1.57	1.12
14	70.00	841.00	0.88	2.01	2.25
15	68	961.00	0.94	2.74	4.96

Ranking (m)	Urutan	$(x-\bar{x})^2$	p	y	yn
			rank/(n+1)	$-\ln \ln (1/p)$	$(y-\bar{y})^2$
Total	1485.00	8306.00	7.50	7.69	15.62
Rata-rata	99.00	553.73	0.50	0.51	1.04

$\sigma=24.36$ dan $S_n= 1.02$

Tabel 4.9 Hujan Periode Ulang Stasiun Hujan Gubeng

Periode Ulang				
No	Th	Yt	K	Xt
1	5	1.50	0.97	122.56
2	10	2.25	1.70	140.47
3	20	2.97	2.41	157.65
4	25	3.20	2.63	163.10
5	50	3.90	3.32	179.89

2. Stasiun Hujan Keputih 2000-2014

Tabel 4.10 Data Hujan Harian Maksimum Stasiun Hujan Keputih

Hujan Harian Maksimum Keputih		
No	Tahun	Rmax
1	2000	88.00
2	2001	103.00
3	2002	115.00
4	2003	102.00
5	2004	58.00
6	2005	110.00
7	2006	140.00
8	2007	127.00
9	2008	90.00
10	2009	120.00

Hujan Harian Maksimum Keputih		
No	Tahun	Rmax
11	2010	90.00
12	2011	78.00
13	2012	85.00
14	2013	80.00
15	2014	134.00

Tabel 4.11 Data Hitung Stasiun Hujan Keputih dengan Metode Gumbel

Ranking (m)	Urutan	$(x-\bar{x})^2$	p	y	yn
			rank/(n+1)	$-\ln \ln (1/p)$	$(y-\hat{y})^2$
1	140.00	1495.11	0.06	-1.02	2.35
2	134.00	1067.11	0.13	-0.73	1.55
3	127.00	658.78	0.19	-0.52	1.06
4	120.00	348.44	0.25	-0.33	0.70
5	115.00	186.78	0.31	-0.15	0.44
6	110.00	75.11	0.38	0.02	0.24
7	103.00	2.78	0.44	0.19	0.10
8	102.00	0.44	0.50	0.37	0.02
9	90.00	128.44	0.56	0.55	0.00
10	90.00	128.44	0.63	0.76	0.06
11	88.00	177.78	0.69	0.98	0.22
12	85.00	266.78	0.75	1.25	0.54
13	80.00	455.11	0.81	1.57	1.12
14	78.00	544.44	0.88	2.01	2.25
15	58	1877.78	0.94	2.74	4.96
Total	1520.00	7413.33	7.50	7.69	15.62
Rata-rata	101.33	494.22	0.50	0.51	1.04

$\sigma = 23.01$ dan $S_n = 1.02$

Tabel 4.12 Hujan Periode Ulang Stasiun Hujan Keputih

Periode Ulang				
No	Th	Yt	K	Xt
1	5	1.50	0.97	123.59
2	10	2.25	1.70	140.51
3	20	2.97	2.41	156.74
4	25	3.20	2.63	161.89
5	50	3.90	3.32	177.75

Sehingga dengan menggunakan kedua data Stasiun Hujan Gubeng dengan Keputih seperti yang telah dijabarkan di atas, maka hasil perhitungan hujan periode ulang dengan menggunakan metode Gumbel yang didistribusikan selama 4 jam adalah sebagai berikut:

Tabel 4.13 Hujan rencana periode ulang 5 tahun

Rt	R24	tm	t	Rt'
77.48	122.99	4	1	77.48
48.81	122.99	4	2	20.14
37.25	122.99	4	3	14.13
30.75	122.99	4	4	11.25
Total (Σ)				122.99

Tabel 4.14 Hujan rencana periode ulang 10 tahun

Rt	R24	tm	t	Rt'
88.50	140.49	4	1	88.50
55.75	140.49	4	2	23.00
42.55	140.49	4	3	16.14
35.12	140.49	4	4	12.85
Total (Σ)				140.49

Tabel 4.15 Hujan rencana periode ulang 25 tahun

Rt	R24	tm	t	Rt'
99.08	157.27	4	1	99.08
62.41	157.27	4	2	25.75
47.63	157.27	4	3	18.06
39.32	157.27	4	4	14.38
Total (Σ)				157.27

Tabel 4.16 Hujan rencana periode ulang 50 tahun

Rt	R24	tm	t	Rt'
102.43	162.60	4	1	102.43
64.53	162.60	4	2	26.62
49.24	162.60	4	3	18.68
40.65	162.60	4	4	14.87
Total (Σ)				162.60

Setelah didapatkan data perhitungan curah hujan periode ulang tersebut, maka akan dapat digunakan untuk menganalisis debit aliran air yang ada di Saluran Kalidami. Sehingga akan dapat diketahui nilai *timelag* antara puncak intensitas hujan tertinggi dengan waktu terjadinya aliran dengan debit tertinggi pada saluran. Adapun manfaat yang dapat diambil dari hasil perolehan nilai *timelag* ini akan digunakan untuk penyusunan prosedur buka tutup pintu air dan operasional poma air pada *Boezem* Kalidami pada tahap berikutnya.

4.2.3 Analisa *Timelag* dan *Time of Peak*

Berdasarkan data parameter yang ada pada saluran Kalidami, maka akan dapat dihitung T_L dan T_P pada saluran tersebut. Perolehan nilai T_P ini akan sangat bermanfaat untuk mengetahui kapan waktu perkiraan terjadinya puncak banjir setelah terjadinya hujan.

Berikut adalah data panjang saluran dan hasil perhitungan T_L dan T_P berdasarkan rumus Nakayasu:

Tabel 4.17 Data Panjang Saluran Kalidami (Hasil olah GIS)

Conduit	Panjang (m)	Panjang (Km)
1	97.336	0.10
2	261.231	0.26
3	179.097	0.18
4	318.077	0.32
5	188.373	0.19
6	105.206	0.11
7	108.835	0.11
8	35.684	0.04
9	86.051	0.09
10	68.921	0.07
11	286.399	0.29
12	483.993	0.48
13	105.460	0.11
14	176.389	0.18
15	255.523	0.26
16	433.909	0.43
17	190.944	0.19
18	438.018	0.44
19	245.033	0.25
20	284.589	0.28
21	116.200	0.12
Total	4465.268	4.47

Dengan menggunakan data di atas, maka dapat diketahui bahwa panjang saluran lebih kecil dari 15 Km. Sehingga akan menghasilkan nilai T_L dan T_P sebagai berikut:

$$T_L = 0,21 L^{0,7} = 0,21 (4,47)^{0,7} = 0,60 \text{ jam}$$

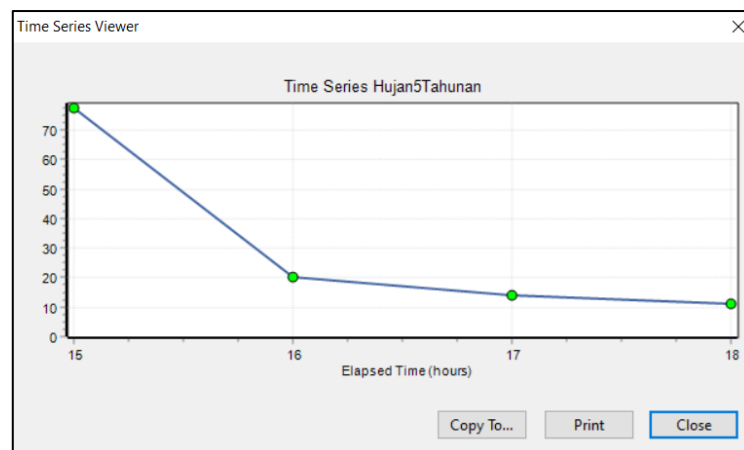
Sehingga

$$T_P = 1,6 T_L = 0,96 \text{ jam}$$

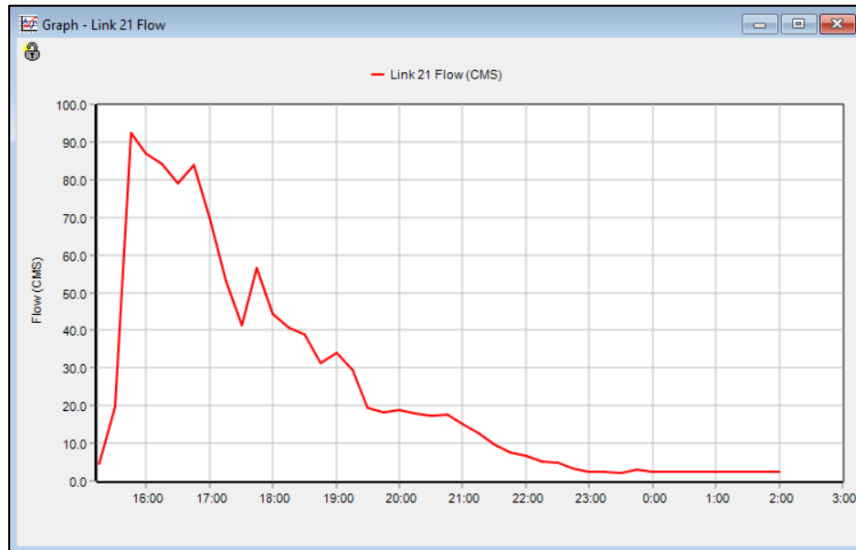
Berdasarkan hasil di atas, maka dapat diketahui bahwa nilai *Time of Peak* adalah sebesar 0,96 jam atau setara dengan 57,46 menit. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa apabila ingin dilakukannya suatu aksi pencegahan, maka isi air di dalam *Boezem* Kalidami harus dapat dikeluarkan setidaknya dengan waktu antisipasi kurang dari 57,46 menit, contohnya seperti per 15 menit.

4.2.4 Analisa Debit pada Saluran

Dengan menggunakan data hujan periode ulang yang telah di hitung pada subbab sebelumnya, maka akan dapat diketahui seberapa besar pengaruhnya terhadap kondisi saluran yang ada. Berikut adalah hasil simulasi berdasarkan data hujan periode ulang 5 dengan menggunakan aplikasi SWMM 5.1.



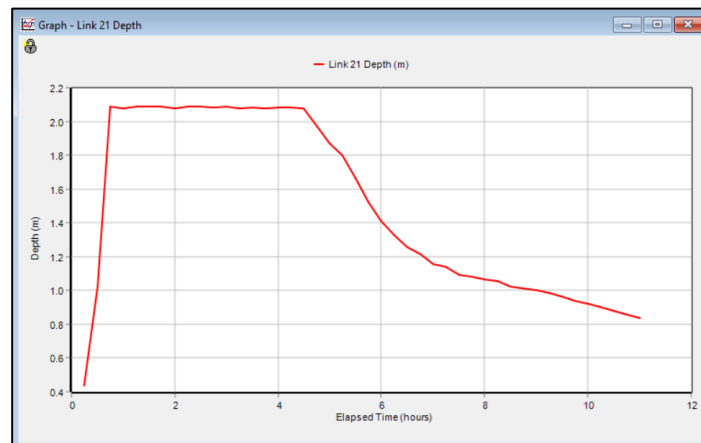
Gambar 4.14 Grafik Data Hujan Periode Ulang 5 Tahun
(Simulasi SWMM 5.1)



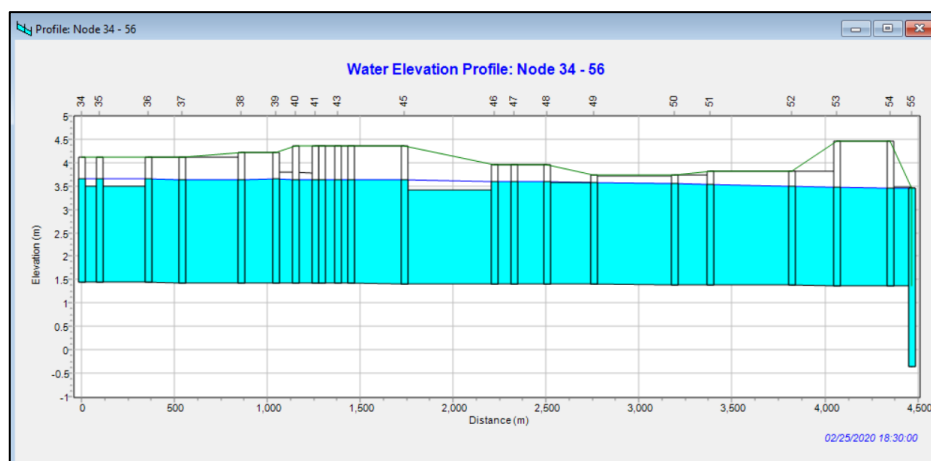
Gambar 4.15 Grafik Data Debit Saluran Kalidami
(Simulasi SWMM 5.1)

Berdasarkan kedua grafik di atas dan data yang dihasilkan oleh alat bantu aplikasi SWMM 5.1, maka dapat diketahui bahwa puncak hujan terjadi pada pukul 15:00 WIB sesuai data input hujan rencana 5 tahun dengan nilai volume hujan yaitu sebesar 77,48 mm. Kemudian berdasarkan hasil simulasi juga didapatkan bahwa pada Saluran Kalidami terjadi debit yang sangat tinggi pada pukul 15:45 WIB yaitu sebesar 92.49 m³/dt.

Kemudian, dengan menggunakan hasil simulasi pada SWMM 5.1 juga dapat diketahui tinggi muka air pada saluran yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.16 Grafik Tinggi Muka Air Saluran Kalidami dengan Skenario Hujan Periode Ulang 5 Tahun (Hasil Simulasi SWMM 5.1)



Gambar 4.17 Profil Muka Air Saluran dan *Boezem* Kalidami dengan Skenario Hujan Periode Ulang 5 Tahun (Hasil Simulasi SWMM 5.1)

Pada hasil simulasi di atas, maka dapat diketahui bahwa hanya dengan menggunakan data hujan dengan periode ulang 5 tahun, Saluran dan *Boezem* Kalidami telah terisi penuh dengan air hingga kedalaman maksimal dalam waktu 45 menit. Dengan demikian, jika diinginkan adanya antisipasi, maka setidaknya sistem prosedur yang terbangun harus memberikan aksi lebih cepat dari 45 menit seperti 15 menit. Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat juga dipastikan bahwa data hujan periode ulang yang lebih besar dari 5 tahun juga akan menghasilkan banjir. Dengan memperhatikan hasil simulasi pada aplikasi SWMM tersebut, maka dapat diketahui pula *timelag* yang dihasilkan pada kasus terjadinya hujan dengan periode ulang 5 tahun di sistem drainase Kalidami.

4.3 Penyusunan Prosedur Operasional Pintu dan Pompa Air dengan Metode *Fuzzy Logic*

Penyusunan prosedur operasional buka tutup pintu air dan pompa air di *Boezem* Kalidami dapat memberikan banyak manfaat. Yaitu antara lain sebagai berikut:

1. Dapat mempermudah operator yang berada di rumah pompa untuk memahami kondisi yang terjadi di *Boezem* Kalidami secara kuantitatif.
2. Mempermudah Pemerintah Daerah dalam melatih operator-operator baru di kemudian hari jika dibutuhkan operator baru.
3. Mendorong agar infrastruktur kelengkapan yang dibutuhkan dapat tersedia, sehingga akan memperkaya data-data terkait sistem drainase Kalidami. Data-data ini tentunya akan menguntungkan bagi Pemerintah Daerah dalam pengambilan kebijakan dan juga dapat memberikan manfaat bagi kaum akademisi khususnya di sekitar wilayah Kota Surabaya.

4.3.1 Identifikasi Skenario Operasional Buka Tutup Pintu dan Pompa Air

Sebagaimana diketahui bahwa pada *Boezem* Kalidami terdapat 4 buah pintu air dan 7 buah pompa air. Utilitas-utilitas ini diperlukan agar *boezem* dapat mengalirkan air limbah domestik maupun limpasan air hujan yang akan di buang ke arah hilir di sebelah timur Kota Surabaya yang merupakan wilayah perairan laut. Dengan demikian, maka beberapa hal yang dapat diidentifikasi sebagai skenario yang mungkin terjadi di *Boezem* Kalidami adalah sebagai berikut:

1. *Boezem* dalam keadaan tidak perlu melakukan buka tutup pintu air dan mengaktifkan pompa air.
2. *Boezem* perlu melakukan pembuangan air dalam tampungan dengan menggunakan pompa air dan pintu air. Oleh karena pengoperasian pintu dan pompa air bertujuan untuk mengurangi air di dalam tampungan, maka debit *outflow* dari pintu air dan pompa air harus lebih besar dari debit *inflow*.
3. *Boezem* dalam keadaan telah membuka pintu air, sehingga perlu diperiksa apakah pembuangan yang dilakukan dengan pintu air tersebut telah mampu mengurangi isi tampungan atau tidak. Jika tidak maka perlu

dilakukan alternatif lain yaitu dengan mengaktifkan pompa air sesuai dengan perhitungan tertentu.

4. *Boezem* dalam keadaan telah mengaktifkan pompa air, sehingga perlu diperiksa apakah pembuangan yang dilakukan dengan pompa air tersebut telah mampu mengurangi isi tampungan atau tidak. Jika tidak maka perlu dilakukan kalkulasi ulang berdasarkan dinamika perubahan nilai input variabel yang akan dihitung berdasarkan metode *fuzzy*.

4.3.2 Identifikasi Variabel dan *Membership Function*

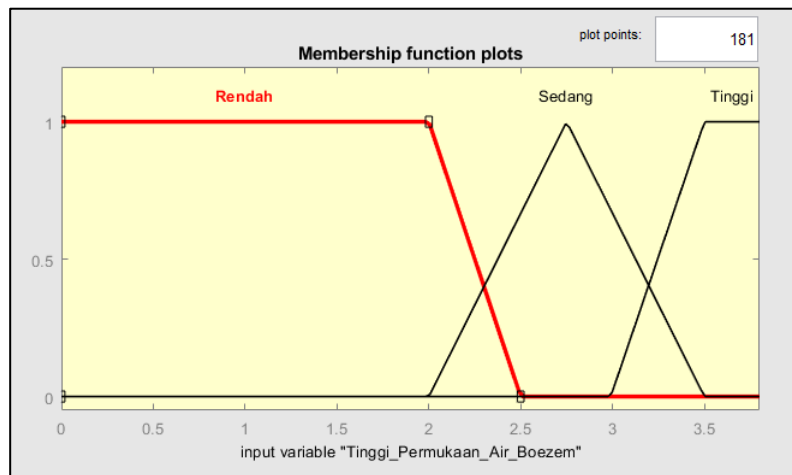
Penggunaan metode *fuzzy* untuk menentukan seberapa besar luas bukaan pintu dan jumlah pompa yang digunakan dipengaruhi dengan nilai bobot yang diberikan oleh masing-masing variabel input. Variabel-variabel input tersebut akan menentukan nilai koefisien (*k*) debit *outflow* yang akan dikeluarkan baik oleh pintu air maupun pompa air.

$$outflow = k \cdot Inflow \dots\dots\dots(4.1)$$

Membership function dari masing-masing variabel yang dimaksud disini yaitu antara lain:

1. Tinggi Air *Boezem* (m)

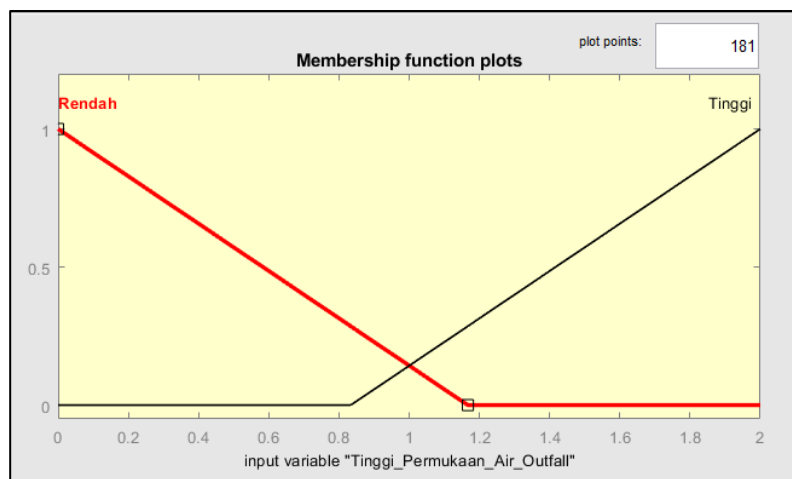
Membership function tinggi air *boezem* ini ditentukan dengan *range* yang dihitung dari dasar *boezem* sampai ke puncaknya yaitu dengan kedalaman 3.8 m. nilai input yang masuk ke variabel ini akan dibagi menjadi 3 buah kategori secara proporsional yaitu tinggi, sedang, rendah.



Gambar 4.18 *Membership Function* Tinggi Air Boezem (Matlab)

2. Tinggi Air Outfall (m)

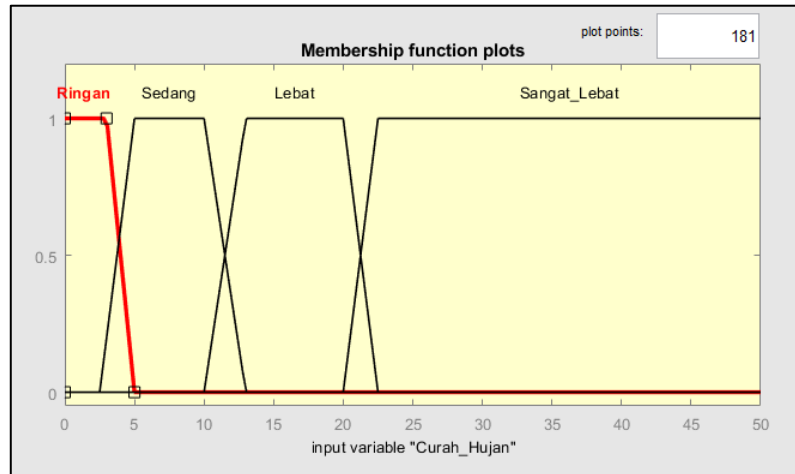
Membership function tinggi air outfall ini ditentukan dengan *range* yang dihitung dari dasar outfall sampai ke puncaknya yaitu dengan kedalaman 3.8 m. nilai input yang masuk ke variabel ini akan dibagi menjadi 2 buah kategori secara proporsional yaitu tinggi dan rendah.



Gambar 4.19 *Membership Function* Tinggi Air Outfall (Matlab)

3. Curah Hujan Perjam (mm)

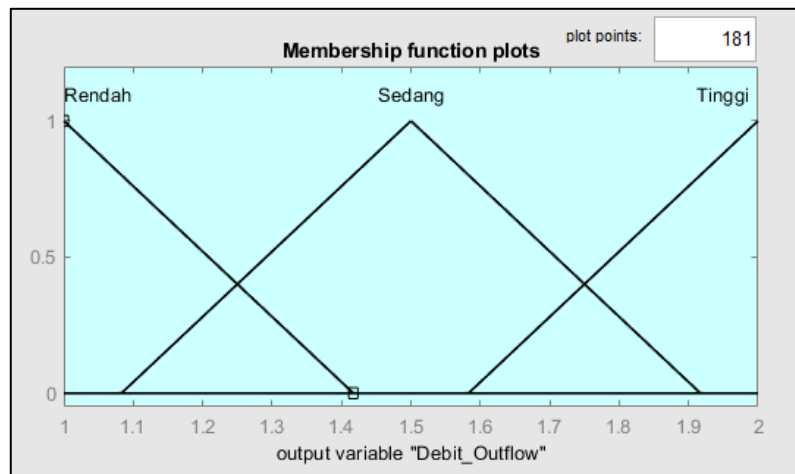
Membership function curah hujan disusun berdasarkan dengan kategori sangat lebat, lebat, sedang, dan ringan sesuai dengan kategori hujan perjam yang digunakan oleh BMKG.



Gambar 4.20 *Membership Function* Curah Hujan Perjam (Matlab)

4. Debit *Outflow* (m³/dt)

Membership function debit *outflow* ini merupakan bagian output dari penggunaan metode *fuzzy* untuk menghitung seberapa besar nilai koefisien (k) pada persamaan (4.1) di atas.

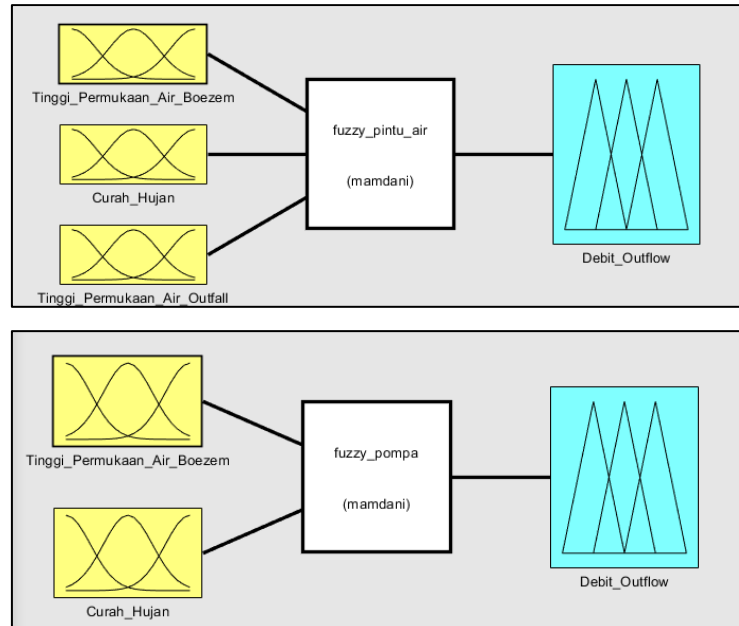


Gambar 4.21 *Membership Function* Debit *Outflow* (Matlab)

5. Fungsi Fuzzy Pintu Air dan Pompa Air

Berdasarkan *membership function* yang telah disusun di atas, maka akan dapat dibuat fungsi *fuzzy* dari pintu air dan pompa air. Pada fungsi *fuzzy* pintu air terdapat *input* variabel yang lebih banyak bila dibandingkan

dengan pompa air, hal ini disebabkan karena untuk membuka pintu air di *boezem*, perlu diperhatikan tinggi muka air yang ada pada sisi *outfall*.



Gambar 4.22 Fungsi *Fuzzy* Pintu Air dan Pompa Air *Boezem* Kalidami (Matlab)

4.3.3 Menentukan *Rule* Fungsi *Fuzzy*

Setelah menentukan *membership function* dari masing-masing variabel, baik variabel *input* maupun variabel *output*, maka langkah yang diperlukan selanjutnya adalah menentukan *fuzzy rule*. Tujuan dari pembuatan rule ini adalah untuk menyimpulkan *output* berdasarkan variabel *input*.

Berikut adalah rule dari pintu air dan pompa air yang disusun berdasarkan urgensinya.

Tabel 4.18 *Fuzzy Rule* Pintu Air *Boezem* Kalidami (Matlab)

No	Tinggi permukaan air boezem	Curah hujan	Tinggi permukaan air outfall	Debit <i>Outflow</i>
1	Tinggi	Ringan	Tinggi	Sedang
2	Sedang	Ringan	Tinggi	Sedang

No	Tinggi permukaan air boezem	Curah hujan	Tinggi permukaan air outfall	Debit <i>Outflow</i>
3	Rendah	Ringan	Tinggi	Rendah
4	Tinggi	Ringan	Rendah	Sedang
5	Sedang	Ringan	Rendah	Rendah
6	Rendah	Ringan	Rendah	Rendah
7	Tinggi	Sedang	Tinggi	Tinggi
8	Sedang	Sedang	Tinggi	Tinggi
9	Rendah	Sedang	Tinggi	Sedang
10	Tinggi	Sedang	Rendah	Sedang
11	Sedang	Sedang	Rendah	Sedang
12	Rendah	Sedang	Rendah	Rendah
13	Tinggi	Lebat	Tinggi	Tinggi
14	Sedang	Lebat	Tinggi	Tinggi
15	Rendah	Lebat	Tinggi	Sedang
16	Tinggi	Lebat	Rendah	Tinggi
17	Sedang	Lebat	Rendah	Sedang
18	Rendah	Lebat	Rendah	Sedang
19	Tinggi	Sangat Lebat	Tinggi	Tinggi
20	Sedang	Sangat Lebat	Tinggi	Tinggi
21	Rendah	Sangat Lebat	Tinggi	Tinggi
22	Tinggi	Sangat Lebat	Rendah	Tinggi
23	Sedang	Sangat Lebat	Rendah	Tinggi
24	Rendah	Sangat Lebat	Rendah	Tinggi

Tabel 4.19 *Fuzzy Rule* Pompa Air Boezem Kalidami (Matlab)

No	Tinggi permukaan air boezem	Curah hujan	Debit <i>Outflow</i>
1	Tinggi	Ringan	Sedang
2	Sedang	Ringan	Rendah

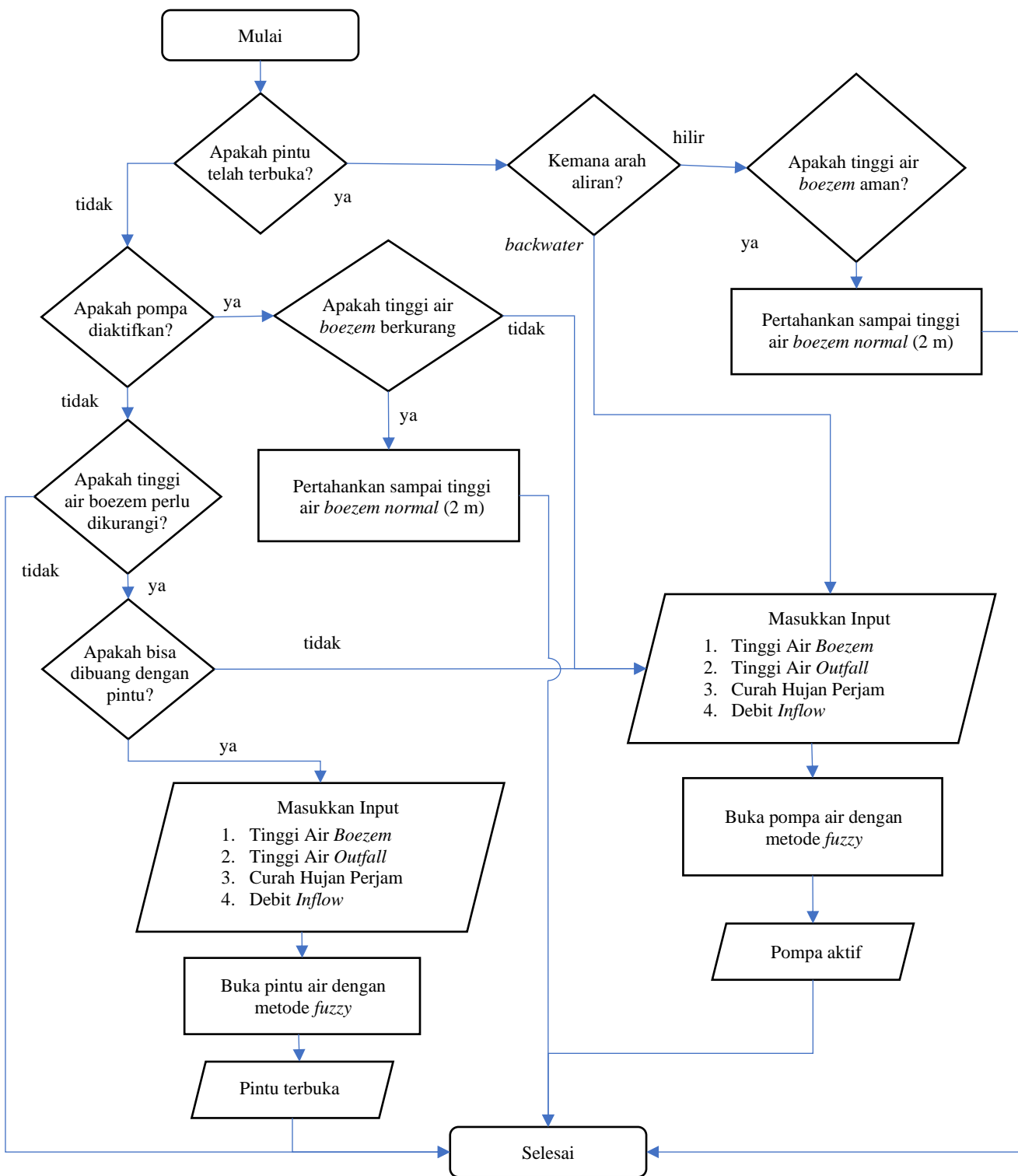
No	Tinggi permukaan air boezem	Curah hujan	Debit <i>Outflow</i>
3	Rendah	Ringan	Rendah
4	Tinggi	Sedang	Sedang
5	Sedang	Sedang	Sedang
6	Rendah	Sedang	Sedang
7	Tinggi	Lebat	Tinggi
8	Sedang	Lebat	Sedang
9	Rendah	Lebat	Sedang
10	Tinggi	Sangat Lebat	Tinggi
11	Sedang	Sangat Lebat	Tinggi
12	Rendah	Sangat Lebat	Tinggi

4.3.4 Prosedur Buka Tutup Pintu dan Pompa Air

Pada sub bab sebelumnya yaitu pada bagian identifikasi skenario operasional buka tutup pintu dan pompa air *Boezem* Kalidami telah diketahui bahwa terdapat 4 buah skenario yang mungkin terjadi dalam pengelolaan pintu dan pompa air. Berdasarkan identifikasi tersebut, maka akan dapat dibuat algoritma yang menggambarkan prosedur buka tutup pintu air dan pompa air. Dengan menggunakan prosedur ini, maka pengguna aplikasi akan menerima data dan informasi yang dibutuhkan sehingga mengetahui kapan saatnya akan pintu air perlu dibuka dan kapan saatnya pompa air perlu diaktifkan. Apabila pintu dan pompa air di aktifkan, maka akan terjadi pembuangan air di dalam *boezem*, karena pada dasarnya kedua benda tersebut berfungsi untuk mengurangi isi *boezem* (bukan untuk mempertahankan isi dalam *boezem*). Pembuangan akan terus berlangsung dan berhenti saat ketinggian muka air berada di posisi 2 m, dimana nilai ini dipilih sesuai dengan *initial condition* ketinggian air *boezem* sebelum dilakukan simulasi. Air yang dikeluarkan dari dalam *boezem* memang sengaja disisakan agar *boezem* tidak menjadi bau dan menjadi sumber penyakit karena *boezem* telah dilengkapi dengan pengeruk

sampah otomatis yang mengangkut sampah dari dalam *boezem* saat sampah menyentuh mesin tersebut. Disamping itu, *boezem* juga akan menjadi bau jika mahluk-mahluk hidup didalamnya mati menjadi bangkai apabila kekurangan air.

Algoritma dari aplikasi buka tutup pintu dan pompa air yang akan disusun bersifat *cyclic* yaitu perlu melakukan update data dengan jeda waktu dibawah 1 jam seperti per 10 menit, 15 menit, 20 menit karena mempertimbangkan hasil analisis *timelag*, *time of peak*, dan selisih waktu antara terjadinya hujan dengan perubahan debit pada saluran sebagaimana telah diuraikan pada subbab 4.2. adapun yaitu sebagai berikut:



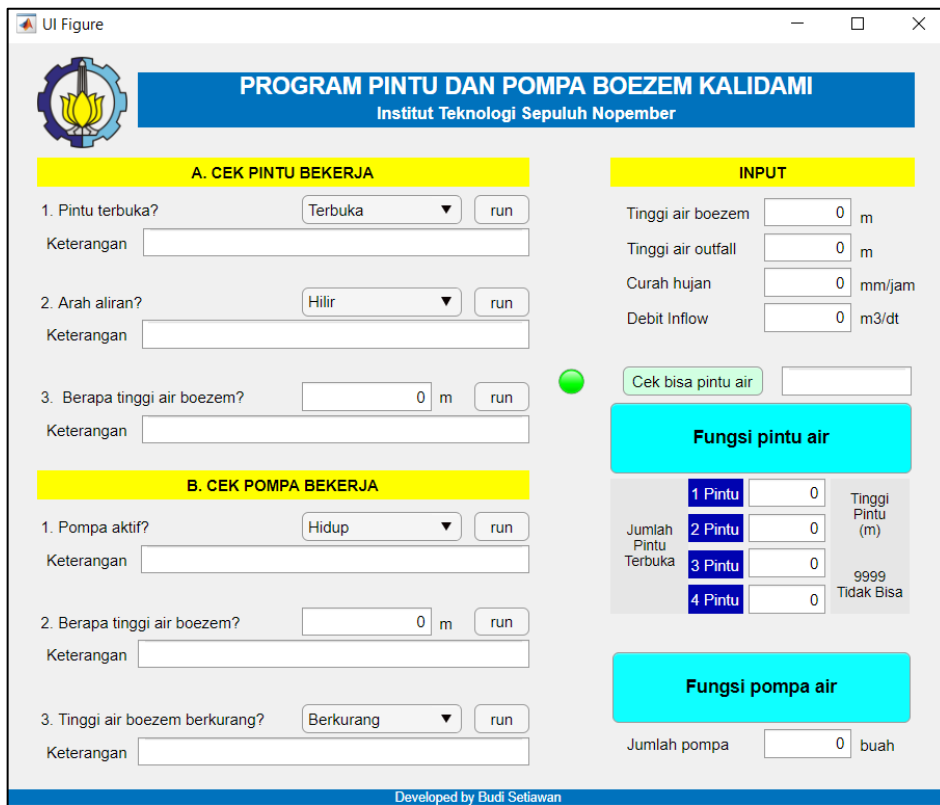
Gambar 4.23 Flowchart Program yang Menggambarkan Prosedur Buka Tutup Pintu Air dan Pompa Air Boezem Kalidami

4.4 Prosedur Penggunaan Aplikasi Buka Tutup Pintu Air dan Pompa Air Boezem Kalidami

Berdasarkan algoritma yang disajikan dalam bentuk *flowchart* pada sub bab sebelumnya, maka telah terbentuklah aplikasi prosedur buka tutup pintu air pada *Boezem Kalidami*. Aplikasi ini dibangun dengan menggunakan Matlab sehingga tidak terintegrasi dengan SWMM 5.1. Namun demikian, analisa yang terdapat pada model yang telah dihasilkan pada SWMM 5.1 tetap menjadi acuan.

Prosedur yang tersaji dalam *flowchart* pada sub bab 4.3.4 menggambarkan alur proses yang perlu diperhatikan oleh operator yang bekerja di *Boezem Kalidami*, namun hal tersebut perlu tersaji dalam bentuk aplikasi sehingga akan mudah untuk diterapkan. Aplikasi buka tutup pintu dan pompa air yang telah terbangun perlu didukung oleh berbagai sensor yang telah di *set* untuk bekerja secara *cyclic* saat digunakan, dimana aplikasi tersebut perlu melakukan update data dengan jeda waktu dibawah 1 jam seperti per 10 menit, 15 menit, 20 menit karena mempertimbangkan hasil analisis *timelag*, *time of peak*, dan selisih waktu antara terjadinya hujan dengan perubahan debit pada saluran sebagaimana telah diuraikan pada subbab 4.2.

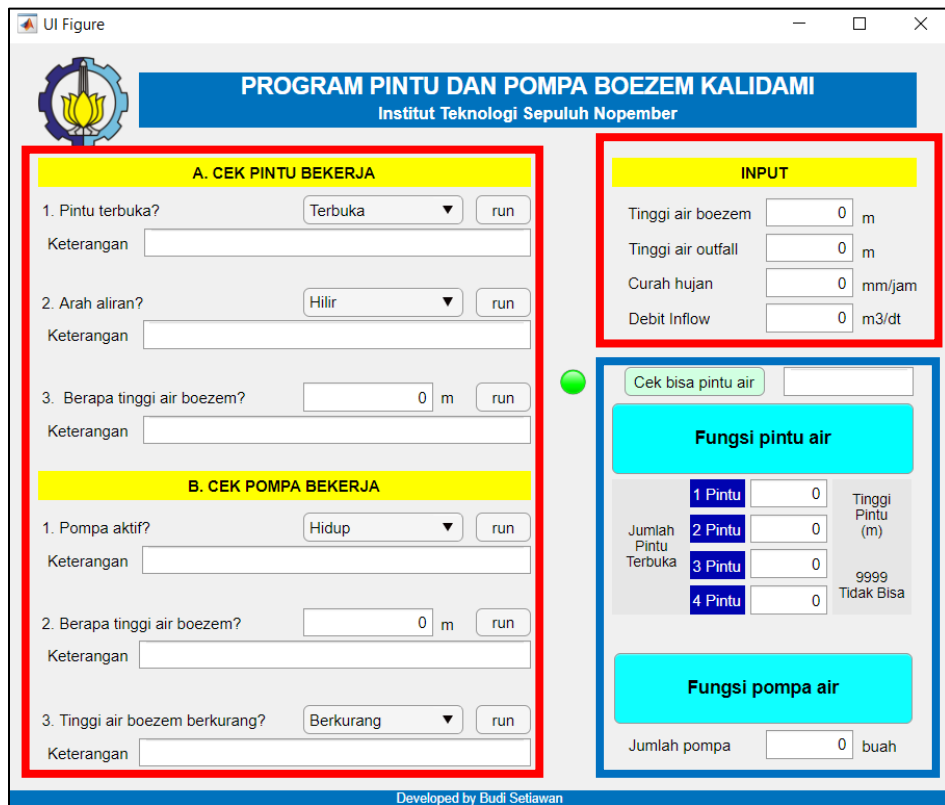
Syntax program prosedur buka tutup pintu dan pompa air *Boezem Kalidami* tersaji pada lampiran 4. Hasil *interface* yang telah dibangun yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.24 Aplikasi Buka Tutup Pintu Air dan Pompa Air
Boezem Kalidami

4.4.1 Obyek pada Aplikasi

Aplikasi yang telah disusun memiliki beberapa bagian yaitu bagian-bagian yang diinput oleh sensor-sensor pendukung, lampu indikator, dan bagian yang akan menghitung besaran bukaan pintu air dan jumlah pompa air yang akan digunakan oleh *user* sebagai DSS pengoperasian pintu dan pompa air. Berikut adalah obyek-obyek yang terdapat pada program yang telah dibangun sebagaimana dapat dilihat pada subbab sebelumnya.



- Bagian yang diisi otomatis oleh sensor
- Bagian yang berisi tombol yang perlu di klik oleh pengguna setelah menerima notifikasi
- Lampu indikator pemberi notifikasi

Gambar 4.25 Obyek pada Aplikasi

4.4.2 Prosedur Penggunaan Aplikasi

Aplikasi yang terbentuk ini bersifat DSS (*Decision Support System*) yang memberikan informasi kepada operator/pengguna kapan untuk membuka atau menutup pintu air berdasarkan perhitungan dengan konsep *fuzzy logic*.

Hal-hal yang perlu dilakukan oleh berbagai subyek terkait pada aplikasi prosedur buka tutup pintu air per 15 menit adalah sebagai berikut:

1. Sensor-Sensor Penyedia Data dan Informasi

Sensor-sensor penunjang ini memberikan data dan informasi dengan mengisi bagian *input field* pada aplikasi secara berkala ke dalam aplikasi

secara otomatis. Sehingga akan muncul notifikasi dalam bentuk perubahan warna lampu indikator pada aplikasi tersebut.

Pada dasarnya, aplikasi akan mendeteksi terlebih dahulu apakah pintu air dan pompa air telah bekerja sebelumnya, ataukah memang kedua hal tersebut belum bekerja. Sebagaimana diketahui bahwa bekerjanya pintu air dan pompa air bertujuan untuk mengurangi isi air di dalam *boezem*.

- a. Jika pintu telah bekerja, maka aplikasi akan mendeteksi apakah pintu air telah berhasil mengurangi isi *boezem* atau ternyata tidak mampu mengurangi isi *boezem*. Jika berhasil, maka aplikasi akan menginformasikan kepada operator untuk mendiamkan saja sampai tinggi air di *boezem* akan kembali normal. Namun jika tidak berhasil, seperti misalnya terdapat perubahan arus karena adanya kenaikan tinggi muka air pada *outfall* akibat adanya *backwater*, maka pintu air perlu di *switch* ke pompa air sehingga pengguna akan mendapatkan notifikasinya.
- b. Jika pompa air telah bekerja, maka aplikasi akan mendeteksi apakah pompa air tersebut telah berhasil mengurangi isi *boezem* atau ternyata tidak mampu menguranginya. Jika berhasil, maka aplikasi akan menginformasikan kepada operator untuk mendiamkan saja sampai tinggi air di *boezem* akan kembali normal. Namun jika tidak berhasil, maka aplikasi akan memberitahu kepada pengguna untuk melakukan perhitungan ulang apakah jumlah pompa perlu ditambah berdasarkan hasil komputasi kondisi terbaru.

2. Lampu Indikator

Tinggi muka air *boezem* dapat mengalami berbagai kondisi seperti perlu dikurangi atau tidak perlu dikurangi. Jika perlu dikurangi, aplikasi harus dapat menginformasikan apakah dapat dilakukan dengan pintu air, ataukah hanya dapat dilakukan dengan pompa air.

Lampu indikator ini akan memberi notifikasi kepada pengguna dengan menampilkan warna-warna sebagai berikut:

- a. Hijau → Kondisi tinggi air masih aman sehingga belum perlu diintervensi dan hanya perlu dipantau saja.
- b. Kuning → Air yang ada di dalam *boezem* perlu dikurangi dengan membuka pintu air atau mengaktifkan pompa. Namun untuk opsi membuka pintu air, maka perlu dicek terlebih dahulu apakah hal tersebut memungkinkan.
- c. Merah → Air yang ada di dalam *boezem* perlu dikurangi dengan menggunakan pompa.

3. Pengguna

Dengan mengetahui informasi yang didapatkan berdasarkan hasil *input* sensor dan notifikasi yang diberikan oleh lampu indikator. Selanjutnya pengguna hanya perlu menekan tombol fungsi pintu air maupun fungsi pompa air. Untuk pintu air, maka terlebih dahulu pengguna perlu menekan tombol apakah pembuangan dapat dilakukan dengan pintu air.

Selanjutnya pengguna akan mendapatkan arahan dari DSS berupa nilai tinggi pintu air yang perlu dibuka dan jumlah pompa yang perlu dihidupkan. Pengguna akan mendapatkan berapa minimal tinggi pintu air yang diperlukan untuk 1 pintu, 2 pintu, 3 pintu, dan 4 pintu. Sehingga pengguna dapat memilih salah satunya. Sedangkan untuk penggunaan pompa air, maka pengguna akan mendapatkan informasi berapakah jumlah minimal pompa yang perlu diaktifkan untuk mengurangi isi *boezem*.

4.4.3 Testing Aplikasi

Berikut adalah contoh hasil uji aplikasi buka tutup pintu air dan pompa air *Boezem* Kalidami berdasarkan skenario bahwa air yang ada di dalam *boezem* perlu dikurangi. Adapun data yang digunakan berikut adalah merupakan data

contoh yang diperoleh dari aplikasi SWMM 5.1 pada hasil pemodelan yang telah dilakukan sebelumnya.

3. **Percobaan 1** mengekspresikan bahwa air yang ada di dalam *boezem* dapat dikurangi dengan pintu air maupun pompa air.
4. **Percobaan 2** mengekspresikan bahwa apabila salah satu data dirubah, dalam hal ini debit *inflow*, maka perhitungan fungsi *fuzzy* akan menghasilkan *output* yang berbeda.
5. **Percobaan 3** mengekspresikan bahwa apabila salah satu data dirubah, dalam hal ini tinggi muka air *boezem* lebih rendah dari tinggi air *outflow*, maka perhitungan fungsi *fuzzy* akan menghasilkan *output* yang berbeda.

Tabel 4.20 Hasil Uji Aplikasi Buka Tutup Pintu Air dan Pompa Air *Boezem* Kalidami (*App Designer Matlab*)

Input/Output	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
Tinggi Muka Air <i>Boezem</i> (m)	2.8	2.8	2.8
Tinggi Muka Air <i>Outfall</i> (m)	2	2	2.9
Curah Hujan Perjam (mm)	9.9	9.9	9.9
Debit <i>Inflow</i> (m ³ /dt)	1.46	5.89	5.89
Pintu Air	Jumlah Pintu/ Tinggi Pintu 1 → 0.3524 2 → 0.1762 3 → 0.1175 4 → 0.0881 Debit <i>Outflow</i> = 2.72 (m ³ /dt)	Jumlah Pintu/ Tinggi Pintu 1 → 1.4215 2 → 0.7107 3 → 0.4738 4 → 0.3554 Debit <i>Outflow</i> = 10.98 (m ³ /dt)	Jumlah Pintu/ Tinggi Pintu 1 → 9999* 2 → 9999* 3 → 9999* 4 → 9999*
Pompa Air	Jumlah Pompa 1 buah Debit <i>Outflow</i> = 3 (m ³ /dt)	Jumlah Pompa 3 buah Debit <i>Outflow</i> = 9 (m ³ /dt)	Jumlah Pompa 3 buah Debit <i>Outflow</i> = 9 (m ³ /dt)

Input/Output	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
* tidak bisa memakai pintu, operator harus menggunakan pompa dan menutup semua pintu			

Berdasarkan hasil di atas, maka dapat diketahui bahwa sistem aplikasi yang telah terbangun dapat membuang air dari dalam *Boezem* Kalidami dengan debit *outflow* yang lebih besar bila dibandingkan dengan debit *inflow* yang masuk ke dalam *boezem* sesuai dengan bobot yang telah dihitung oleh fungsi *fuzzy* dari aplikasi. Dengan adanya kondisi tersebut yaitu debit *outflow* \geq debit *inflow*, maka hal ini akan dapat mengakibatkan berkurangnya air di dalam *boezem* sesuai dengan kondisi yang terjadi di sistem drainase Kalidami. Adapun untuk percobaan selanjutnya, maka dapat dilakukan dengan melakukan *run* aplikasi dengan menggunakan skenario-skenario lainnya, namun demikian hasil ini memang belum dapat diterapkan ke dalam aplikasi SWMM 5.1 secara terintegrasi.

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Sistem drainase Kalidami terdiri dari 33 buah *subcatchment area* diperoleh dari penggabungan beberapa *subcatchment* dari SDMP Tahun 2018–2038 berdasarkan lokasi *inlet* yang sama. Sistem drainase ini dapat dianalisis dengan menggunakan dua buah stasiun hujan yaitu Stasiun Hujan Gubeng dan Keputih. Berdasarkan hasil simulasi, dapat diketahui bahwa sistem drainase ini tidak dapat menampung besarnya debit air yang dihasilkan dari hujan rencana 5 tahun.
2. Debit air yang mengalir pada Saluran Kalidami dapat mencapai hingga 93.02 m³/dt apabila sistem drainase Kalidami menerima curah hujan yang tinggi seperti hujan periode ulang 5 tahun yaitu sebesar 122,99 mm. Sehingga dapat dipastikan untuk hujan periode ulang yang lebih tinggi juga akan mengakibatkan hal yang sama.
3. Model *fuzzy* yang dapat diterapkan pada pintu air dan pompa air memiliki jumlah variabel input yang berbeda. Hal ini disebabkan karena model *fuzzy* yang digunakan untuk pengoperasian pintu air memerlukan jumlah variabel yang lebih banyak dibandingkan dengan pompa air yaitu variabel tinggi muka air pada bagian hilir *boezem* (tinggi muka air *outfall*).
4. *Output* yang dihasilkan oleh aplikasi ini berupa nilai tinggi bukaan pintu air maupun jumlah pompa yang perlu dihidupkan. Nilai tinggi pintu air dan jumlah pompa yang perlu dihidupkan ini bergantung pada kondisi

yang terjadi pada sistem drainase, yang ditangkap oleh sensor dan diinput secara otomatis ke dalam aplikasi prosedur.

5. Prosedur pengoperasian pintu air dan pompa air pada *Boezem Kalidami* yang dibangun berdasarkan metode *fuzzy logic* dengan menggunakan Matlab, dapat diterapkan di *boezem Kalidami*. Namun demikian, tentu terlebih dahulu perlu disediakan beberapa sensor/sistem yang dapat memberikan data dan informasi kepada aplikasi. Prosedur yang terbentuk dalam sebuah aplikasi akan dapat dikembangkan dikemudian hari dalam bentuk otomatisasi. Namun hal tersebut tentu perlu menjalani beberapa proses seperti mencobanya terlebih dahulu dalam bentuk DSS selama beberapa tahun. Setelah dapat dipastikan bahwa aplikasi ini dapat diterapkan dengan baik atau memerlukan beberapa modifikasi, maka hal tersebut baru akan dapat diterapkan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pada penelitian ini, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Data-data yang tersedia terkait lokasi penelitian ini sangat terbatas sehingga masih banyak menggunakan asumsi dalam pengolahannya. Untuk itu, maka penelitian selanjutnya terkait sistem drainase Kalidami memerlukan data yang lebih banyak dan lengkap sehingga analisis akan lebih akurat.
2. Hasil dari penelitian ini belum dapat segera diterapkan di lokasi *Boezem Kalidami* mengingat variabel-variabel input yang ada di aplikasi masih memerlukan berbagai perlengkapan penunjang yang dapat menyediakan data dan informasi yang dibutuhkan. Sehingga dibutuhkan penelitian yang lebih kreatif dan memiliki skenario-skenario yang dapat didukung dengan ketersediaan data yang ada di lokasi penelitian.

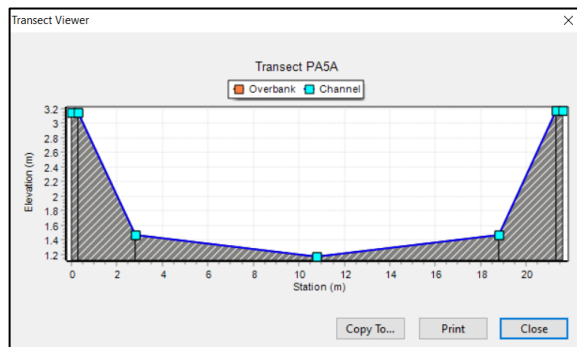
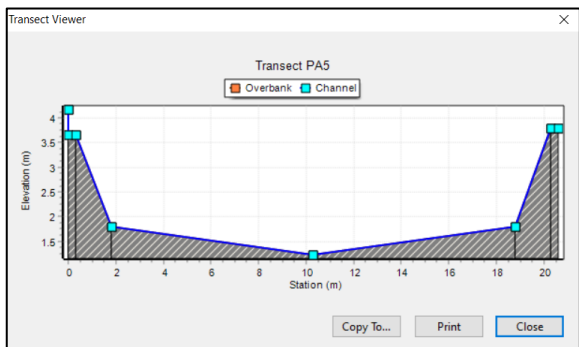
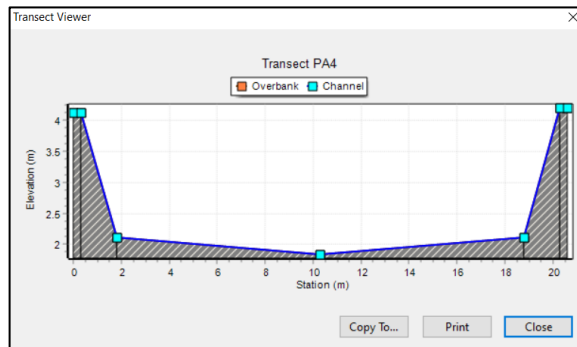
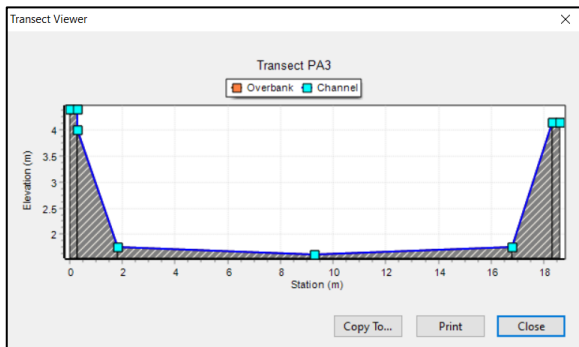
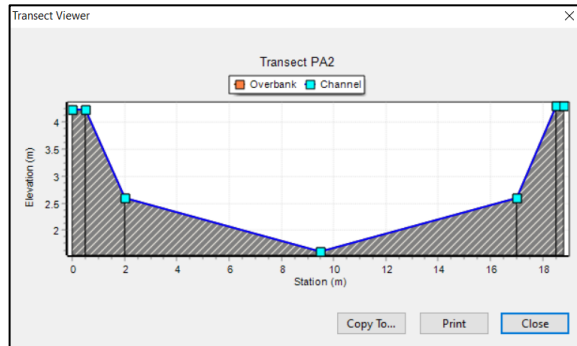
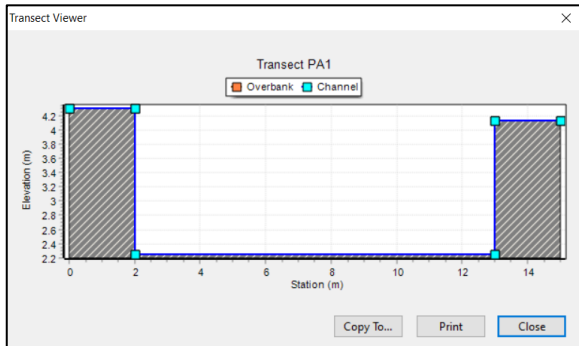
DAFTAR PUSTAKA

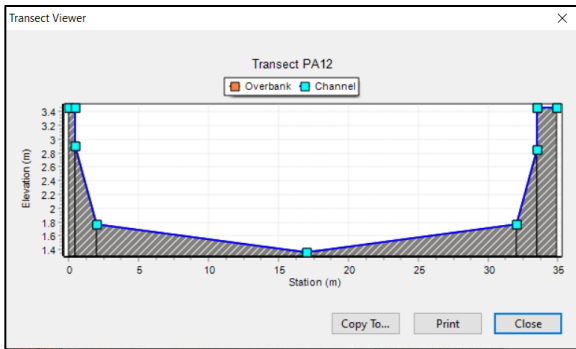
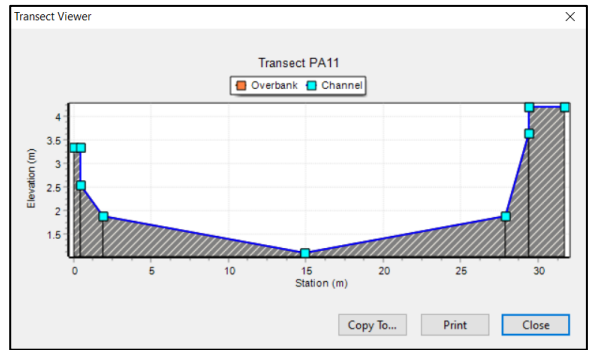
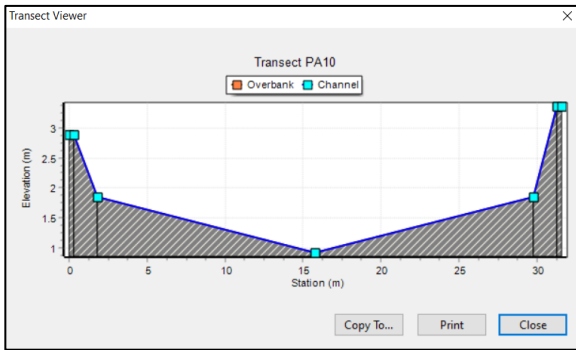
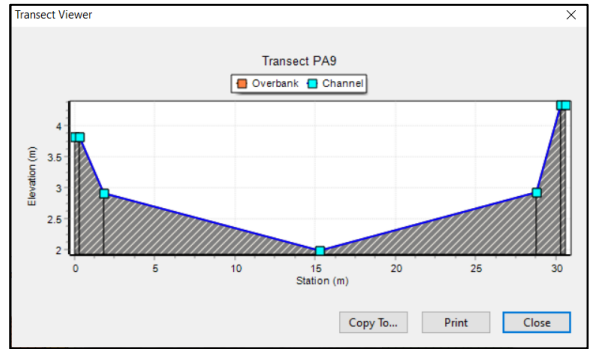
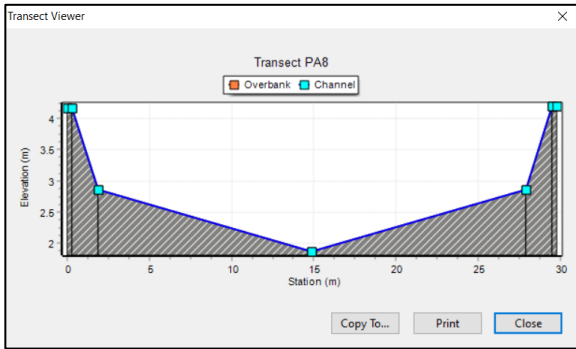
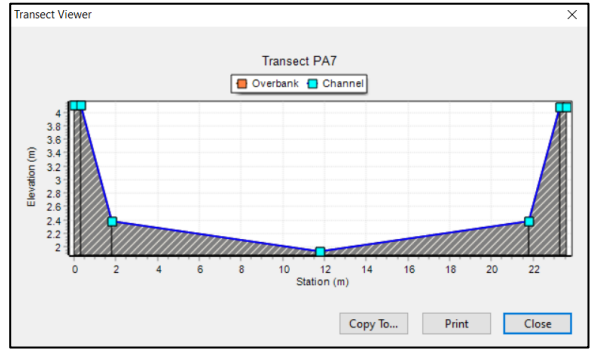
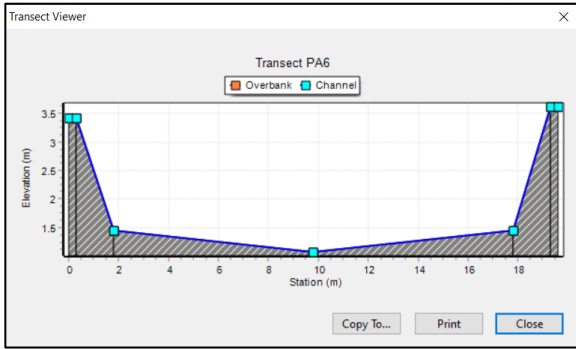
- Astari K.F, Hendri A, dan Fauzi M. (2018). “*Analisis Pasang Surut Perairan Dumai Menggunakan Metode Admiralty*”. Jom FTEKNIK Vol.5 Edisi 2.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016).” *SNI – Standar Nasional Indonesia*”. SNI 2415:2016.
- EPA United States Environmental Protection Agency. (2015). “*Storm Water Management Model User's Manual Version 5*”. EPA/600/R-14/413b Revised September 2015 www2.epa.gov/water-research.
- Ideawati, L.F, Limantara, L.M, dan Andawayanti U. (2015). “*Analisis Perubahan Bilangan Kurva Aliran Permukaan (Runoff Curve Number) terhadap Debit Banjir di Das Lesti*”. Jurnal Teknik Pengairan, Volume 6, Nomor 1.
- Ikawanty, B.A. (2013). “*Desain Kontrol Pintu Bendungan Otomatis untuk Mencegah Banjir Menggunakan VHDL*”. Jurnal ELTEK, Vol 11 No 01, April 2013 ISSN 1693-4024.
- Kementerian Pekerjaan Umum (2014).”*Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*”.
- Novianto, H. dan Cahyono, D. (2016). “*Sistem Pintu Air Otomatis Menggunakan Logika Fuzzy*”. Jurnal INFORM Vol.1 No.2, Juli 2016.ISSN : 2502-3470.
- Nasution H. (2012). “*Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan*”. Jurnal ELKHA Vol.4, No 2.
- Ningsih D.H.U. (2012). “*Metode Thiessen Polygon untuk Ramalan Sebaran Curah Hujan Periode Tertentu pada Wilayah yang Tidak Memiliki Data Curah Hujan*”. Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK Vol.17 No.2.

- Pemerintah Kota Surabaya. (2018) “*Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 8 Tahun 2018 Tentang Rencana Detail Tata Ruang dan Peraturan Zonasi Kota Surabaya Tahun 2018-2038*”.
- Prasetya, A.E, Hanafi, M.H, dan Prasetio, B.H. (2018).” *Rancang Bangun Pengendali Pintu Air Sungai Dengan Menggunakan Logika Fuzzy dan Simple Additive Weighting*”. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Vol. 2, No. 6, Juni 2018, hlm. 2414-2422.
- Pemerintah Kota Surabaya. (2014) “*Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034*”.
- Ross T.J. (2010).”*Fuzzy Logic with Engineering Applications – Third Edition*”. A John Wiley and Sons, Ltd., Publication.
- Sari, R.L, Lasminto U, dan Margini, N.F. (2017). “*Perencanaan Jaringan Drainase Sub Sistem Kalidami Surabaya*”. Jurnal Teknik Hidroteknik Vol. 2, No.1, (2017) ISSN : 2477-3212.
- Subekti, D.E.P, Rusdinar A, dan Wibawa, P.D. (2015). “*Desain Sistem Pengendali Pintu Air Otomatis Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Ketinggian Permukaan Sungai dan Komunikasi Frekuensi Radio*”. e-Proceeding of Engineering : Vol.2, No.3 Desember 2015 | Page 7044.
- Soemarto. (1999). “*Hidrologi Teknik*”. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- The Matworks, Inc. (2005). ” *Getting Started with MATLAB Version 7*”.

LAMPIRAN 1

CROSS SECTION





LAMPIRAN 2

DATA HUJAN HARIAN STASIUN GUBENG 2000-2014

2000

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	46	0	0	0	12	0	0	0	0	0	35	0
2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	17	0
3	29	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	31	0	14	0	0	0	0	0	0
6	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	3	0
7	7	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0
8	0	78	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0
9	43	40	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10	8	25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
11	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	41	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	12	0	20	0	0	28	0	0	0	20	15	12
14	41	65	17	0	0	0	0	0	0	0	0	18
15	30	0	0	0	17	0	0	0	0	0	4	4
16	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
18	72	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	50
19	0	31	0	0	0	0	0	0	0	7	10	31
20	0	0	22	33	25	3	0	0	0	4	0	16
21	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	3	16
22	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	5
23	40	0	93	0	37	0	0	0	0	2	3	5
24	32	25	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0
25	5	71	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
26	29	16	0	8	20	0	0	0	0	13	0	0
27	4	0	0	20	0	0	0	0	0	0	12	25
28	29	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0
29	34	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0
30	0		0	0	32	0	0	0	0	47	0	0
31	75		0		0		0	0		33		0
Max	93											

2001

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	12	0	80	0	0	1	0	0	0	0	0	17
2	0	36	95	28	0	39	0	0	0	0	0	20
3	0	35	50	0	39	0	0	0	0	11	0	0
4	0	2	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0
6	0	0	40	0	0	0	0	0	0	19	0	0
7	2	58	4	0	0	17	0	0	0	0	10	7
8	0	3	1	40	0	0	0	0	0	0	5	0
9	10	6	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0
10	0	0	24	0	0	0	0	0	0	1	9	0
11	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0
12	0	18	16	0	0	53	10	0	0	0	0	0
13	0	0	42	0	0	0	7	0	0	5	0	62
14	0	0	0	0	0	13	0	0	0	5	0	0
15	25	0	33	26	0	0	0	0	0	0	38	0
16	15	0	4	20	0	0	0	0	0	0	0	0
17	29	0	0	98	0	0	0	0	0	0	0	55
18	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	17	30
19	15	27	0	0	0	0	2	0	0	0	0	7
20	0	2	20	0	0	0	20	0	0	0	2	24
21	12	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	120
22	30	0	45	0	11	0	0	0	0	0	0	10
23	12	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	56	34	0	29	0	0	0	0	5	0
25	3	70	8	3	0	0	0	0	0	13	40	0
26	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
27	0	4	10	0	4	0	0	0	0	0	0	0
28	0	54	54	0	0	0	0	0	0	0	3	8
29	34		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	5		0	0	0	0	0	0	0	19	10	0
31	2		13		0		0	0		0		7
Max	120											

2002

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	10	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	3
2	25	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	3
3	0	12	0	37	0	0	0	0	0	0	0	1
4	73	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	27
5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	59
6	0	9	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	49	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8	10	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	7	0	8	0	0	0	0	0	0	0
10	10	14	41	0	12	0	0	0	0	0	0	17.5
11	0	1	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	10	0	0	6	0	0	0	0	0	0	78
14	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	6	12	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	63	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
18	13	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	3	23	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	4	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0
21	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	47	21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
24	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.3
25	6	6	0	22	0	0	0	0	0	0	49	0
26	0	10	20	0	0	0	0	0	0	0	0	9.5
27	10	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0
28	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
29	22		6	0	0	0	0	0	0	0	1.5	1.5
30	170		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0		5		0		0	0		0		3.5
Max	170											

2003

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	9	0	14	0	10	0	0	0	0	0	61	0
3	33.3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	17	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	16	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	3	0.4	1.5	11	18	0	0	0	0	0	0	0
7	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	8	10	0	0	0	0	0	0
9	9.5	4	30	33	5	0	0	0	0	0	0	0
10	22.5	40	48	3.5	0	0	0	0	0	0.5	0	0
11	6	3	26	19	8	0	0	0	0	0	0	0
12	26	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
13	4	0	49	29	0	0	0	0	0	0	0	0
14	11	23.5	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
15	3	20.5	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0
16	0	3	14.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	10.3	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0
18	0	0.4	0	0	0	5.2	0	0	0	7	16	0
19	34	3	0	0	0	9.5	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0
21	47.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	21	0	0	5	0	0	0	0	0	0
23	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0
25	49	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0
27	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	68	0
28	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	9.5		0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0
31	32		0		0		0	0		13.5		0
Max	68											

2004

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	7	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	34	0	4	0	0	0	0	0	0	11
3	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	16
4	0	17	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	37	0	18	0	13	1	0	0	0	0	5	6
7	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0
8	2	13	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
9	24	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	11	0	36	6	0	0	0	0	0	0	0	9
11	23	0	10	2	0	20	0	0	0	0	0	2
12	4	0	39	14	0	0	11	0	0	0	0	0
13	0	0	23	0	0	1	1	0	0	0	0	7
14	42	0	51	0	2	0	7	0	0	0	0	0
15	13	5	25	0	0	0	0	0	0	0	0	17
16	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0
17	24	0	0	0	32	0	4	0	0	0	0	0
18	0	4	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
20	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4	9	0
21	6	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	7	45	0	6	2	6	0	0	0	0	0	11
23	0	19	0	0	2	0	0	0	0	0	10	0
24	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	7	83
25	1	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	1	0	9	4	0	0	0	0	0	7	9
27	31	2	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	1	4	0	0	73	0	0	0	0	0	33	25
29	26	22	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0
30	0		48	0	0	0	0	0	0	0	0	1
31	23		0		0		0	0		0		0
Max	86											

2005

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	63	0	0	0	16	0	9	0	0	0	0	59
2	0	0	0	37	4	0	0	0	0	0	0	17
3	0	36	16	0	0	0	0	46	0	0	0	3
4	58	34	57	2	0	0	0	0	0	0	0	19
5	10	0	53	15	0	17	0	0	0	0	0	0
6	6	0	3	4	0	60	0	0	0	0	0	0
7	23	0	65	0	31	6	0	0	0	0	0	50
8	23	0	89	4	0	17	0	0	0	0	0	25
9	0	88	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	36	29	7	0	7	0	0	0	0	0	0	3
11	27	0	0	12	5	0	3	0	5	0	4	0
12	0	2	0	0	10	0	79	0	0	0	0	7
13	0	9	0	10	0	0	0	0	0	0	0	89
14	3	23	0	0	0	15	11	0	0	0	0	11
15	9	0	0	0	0	0	6	0	0	26	0	31
16	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
17	0	7	32	0	0	0	10	0	0	0	0	16
18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
19	19	0	21	0	0	0	0	0	0	3	0	0
20	15	0	7	0	0	10	0	0	0	18	8	7
21	2	15	22	0	0	5	0	0	0	0	16	17
22	14	0	20	0	0	1	0	0	0	0	0	14
23	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	25
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
27	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
29	0		0	0	4	0	0	0	0	0	0	5
30	0		5	0	0	0	0	0	3	0	0	0
31	0		0		0		0	0		0		0
Max	89											

2006

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	7	0	17	44	4	1	0	0	0	0	0	0
2	10	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	7	10	6	0	0	6	0	0	0	0	0	60
4	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	8	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	18
6	10	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2	20	60	0	4	0	0	0	0	0	0	0
8	9	52	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
9	3	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	8
10	2	25	0	2	38	0	0	0	0	0	0	0
11	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	15	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0
13	2	17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	106	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
15	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	14	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0
17	8	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	40
18	0	3	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	4	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	10	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	21	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4
23	0	96	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	15	3	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	3	8	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	21	0	20	3	0	0	0	0	0	0	0
27	0	2	0	0	5	0	0	0	0	0	11	15
28	33	8	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	2		17	0	0	0	0	0	0	0	0	19
30	0		8	26	10	0	0	0	0	0	0	88
31	8		0		1		0	0		0		0
Max	106											

2007

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	9	36	0	0	25	0	0	0	0	8	0
2	0	41	10	4	0	0	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
4	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	6	70
5	0	5	0	6	0	7	0	0	0	0	15	0
6	0	12	3	3	0	0	0	0	0	0	0	56
7	0	33	12	0	0	0	0	0	0	0	5	0
8	0	0	56	5	0	74	0	0	0	0	0	10
9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	3
10	0	5	15	1	0	0	0	0	0	0	0	32
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	8	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
14	5	0	23	0	0	0	6	0	0	0	0	0
15	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	24	27	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	21	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104
19	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	17
20	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
21	0	9	101	0	0	0	0	0	0	0	0	56
22	9	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	7
23	7	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
24	39	64	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9
26	7	40	14	0	0	0	0	0	0	0	0	53
27	11	79	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
29	0		2	0	2	1	0	0	0	0	0	0
30	25		12	0	2	34	0	0	0	0	0	0
31	30		70		39		0	0		0		5
Max	104											

2008

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0
2	41	0	6	0	19	0	0	0	0	0	8	0
3	0	17	22	0	0	0	0	0	0	0	0	30
4	8	0	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	14	16	0	33	0	0	0	0	0	0	0
6	19	3	0	0	6	0	0	0	0	0	5	22
7	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	6	17
8	2	11	20	0	66	0	0	0	0	0	0	2
9	20	0	4	21	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	30	17
12	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	2
13	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	46
14	0	0	10	1	0	0	0	0	0	0	0	98
15	13	0	5	0	3	0	0	0	0	0	0	46
16	92	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76
17	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
18	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
19	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	15	15
21	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	33	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	4	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	3
24	0	4	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0
25	0	11	47	0	0	0	0	0	0	0	59	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	6
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46
28	0	8	15	0	0	0	0	0	0	0	30	48
29	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	15		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0		0		0		0	0		46		13
Max	98											

2009

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5	6	20	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	39	10	17	0	6	0	0	0	0	0	0
3	13	27	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	13
5	30	34	30	0	0	0	0	0	0	0	0	13
6	14	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	10
7	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	58	44	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	30	73	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	53	5	0	0	0	0	0	0
12	36	0	60	0	11	0	0	0	0	0	0	29
13	23	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
15	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
16	0	21	0	0	3	0	0	0	0	0	0	30
17	22	6	0	0	5	0	0	0	0	0	0	57
18	7	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	9	68	0	4	30	0	0	0	0	0	0	28
21	33	2	0	10	2	0	0	0	0	0	70	35
22	0	10	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	4	0	0	9	0	0	0	0	0	0	31
24	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	24	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
26	19	75	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
28	0	55	0	43	0	0	0	0	0	0	86	0
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	66	13
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
31	59		0		7		0	0		0		3
Max	86											

2010

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	15	34	0	0	0	0	0	0	3	19
2	5	12	35	0	0	0	0	0	0	0	0	6
3	0	46	0	0	0	0	9	0	0	0	4	106
4	0	31	8	0	0	0	6	11	0	0	0	0
5	3	9	60	3	15	11	1	0	0	0	2	0
6	18	24	20	44	0	0	0	0	37	0	22	56
7	13	21	14	17	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	33	7	17	27	12	0	0	2	15	14	0
9	0	0	0	60	8	22	0	0	0	16	0	0
10	0	0	6	6	4	0	6	0	0	0	8	37
11	34	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
12	5	7	0	0	0	0	8	0	7	0	0	2
13	13	5	0	7	0	2	0	0	0	3	0	0
14	0	27	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
15	0	5	0	0	8	0	0	0	0	62	0	6
16	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	9
17	0	0	0	0	14	0	0	0	9	36	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
19	0	58	7	6	1	0	0	0	0	0	0	0
20	16	83	0	7	15	0	0	0	0	8	6	6
21	60	17	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0
22	34	40	14	14	20	0	0	0	0	16	0	0
23	0	27	8	8	2	0	0	0	0	0	0	16
24	65	29	56	56	23	0	0	14	0	0	0	60
25	34	23	20	20	31	0	0	0	0	0	14	0
26	20	28	0	0	0	0	28	0	0	0	0	21
27	2	13	44	6	0	0	7	0	0	0	0	8
28	2	18	0	44	0	0	5	0	0	0	0	0
29	0		0	41	0	0	0	0	0	12	0	0
30	0		0	2	0	0	0	0	0	0	9	0
31	0		31		7		0	25		0		4
Max	106											

2011

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	6	42	0	7	37	0	0	0	0	0	0	0
2	11	36	34	37	2	0	0	0	0	0	0	27
3	11	12	0	0	13	0	0	0	0	0	21	42
4	9	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	7	29	0	0	0	0	0	0	52
6	25	0	0	16	29	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	23	14	0	0	0	0	0	0	0	8
8	29	26	24	0	0	0	0	0	0	0	0	4
9	0	0	18	7	6	0	0	0	0	0	81	0
10	41	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0
11	0	0	0	31	4	0	0	0	0	0	0	0
12	0	24	78	8	24	0	0	0	0	0	0	26
13	0	12	33	0	0	0	0	0	0	0	11	0
14	16	39	7	17	12	0	0	0	0	0	0	58
15	0	0	3	0	6	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	5	13	0	0	0	0	0	0	58
17	8	0	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	12	0	0	0	0	6	0	0	0	19	58
19	0	0	0	74	0	0	0	0	0	0	0	2
20	12	0	9	0	7	0	0	0	0	0	0	0
21	0	8	12	0	0	0	0	0	0	0	0	18
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	16	23	24	0	0	0	0	0	0	32	0
24	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
25	15	0	25	7	7	0	0	0	0	0	0	40
26	21	10	26	0	0	0	0	0	0	0	0	17
27	0	0	29	0	0	0	0	0	0	18	0	36
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0
29	6		37	29	29	0	0	0	0	0	3	0
30	18		0	30	30	0	0	0	0	12	74	0
31	26		13		0		0	0		0		43
Max	81											

2012

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	69	16	12	0	0	0	0	0	0	0	0	46
2	53	18	0	8	0	0	0	0	0	2	0	29
3	0	39	6	0	5	0	0	0	0	0	0	34
4	0	9	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0
5	32	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	19
6	29	0	17	0	0	14	0	0	0	0	0	0
7	0	11	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0
8	0	47	0	16	18	0	0	0	0	0	16	0
9	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	37	19	25	0	0	0	0	0	0	0	0	42
11	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
12	13	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
13	6	3	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	10	9	12	0	19	0	0	0	0	0	0	0
15	58	60	7	0	14	0	0	0	0	0	0	2
16	70	55	6	11	0	0	0	0	0	0	9	1
17	20	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	8
18	15	3	11	0	0	0	0	0	0	0	0	30
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	70	3	21	0	0	0	0	0	0	0	30	36
21	0	6	0	19	0	0	0	0	0	0	0	10
22	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
23	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
24	10	0	8	0	0	0	0	0	0	24	0	19
25	12	36	4	0	0	0	0	0	0	0	0	17
26	0	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	21	5	0	0	0	0	0	0	0	68
28	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
29	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
30	57		0	0	21	0	0	0	0	0	0	24
31	0		0		0		0	0		0		53
Max	70											

2013

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	34	40	76	72	10	0	0	0	0	0	0	34
2	99	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99
3	17	30	8	0	0	15	65	0	0	0	0	17
4	71	0	12	10	0	0	0	0	0	0	0	71
5	19	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	19
6	7	0	48	35	0	25	0	0	0	0	0	7
7	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
8	0	0	17	25	26	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	14	17	0	0	0	0	0	0
10	0	0	10	20	17	0	0	0	0	0	0	0
11	4	0	79	0	0	0	0	0	0	0	0	4
12	0	0	12	0	20	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	41	12	0	5	0	0	0	0	0	0
14	5	4	19	6	52	40	0	0	0	0	0	5
15	64	10	42	20	0	0	4	0	0	0	17	64
16	5	30	12	21	0	0	0	0	0	0	24	5
17	16	32	17	0	17	0	0	0	0	0	18	16
18	7	3	24	0	56	51	0	0	0	0	9	7
19	10	0	37	10	39	0	0	0	0	0	0	10
20	58	3	79	8	26	0	0	0	0	0	26	58
21	4	6	0	11	16	0	0	0	0	0	0	4
22	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	36
23	0	0	0	90	0	5	0	0	0	0	9	0
24	0	0	15	0	87	0	16	0	0	0	0	0
25	0	36	0	0	0	0	5	0	0	0	47	0
26	0	20	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
27	0	0	3	7	60	12	0	0	0	0	0	0
28	0	11	17	0	27	42	0	0	0	0	16	0
29	0		32	0	0	0	0	0	0	0	10	0
30	0		0	2	0	0	0	0	0	0	21	0
31	0		0		0		0	0		0		0
Max	99											

2014

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	12	14	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	7	24	27	0	0	0	0	0	0	0	0
3	21	14	21	16	12	0	0	0	0	0	0	0
4	54	0	41	32	10	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	78	45	0	0	0	0	0	0	0	0
6	19	0	14	6	0	0	17	0	0	0	0	61
7	31	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	41
8	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	24
10	16	0	68	0	0	16	0	0	0	0	0	0
11	0	0	33	0	0	24	0	0	0	0	0	37
12	15	17	14	4	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	49	7	13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	41	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	5	19	0	5	7	17	0	0	0	0	0	0
16	6	0	0	12	6	0	0	0	0	0	24	0
17	0	78	7	5	0	0	0	0	0	0	14	24
18	6	9	9	0	0	7	0	0	0	0	0	41
19	0	14	12	7	0	0	0	0	0	0	9	109
20	9	21	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	54	6	11	0	0	0	0	0	0	0	18
22	0	0	0	27	16	21	0	0	0	0	0	11
23	0	17	0	4	0	0	0	0	0	0	0	6
24	0	0	0	16	12	0	0	0	0	0	18	0
25	0	0	0	0	24	0	24	0	0	0	0	19
26	16	14	0	29	0	0	0	0	0	0	0	9
27	24	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	14
28	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
29	4		40	9	0	0	0	0	0	0	0	17
30	9		17	2	0	7	0	0	0	0	24	8
31	0		8		0		0	0		0		0
Max	109											

LAMPIRAN 3

DATA HUJAN HARIAN STASIUN KEPUTIH 2000-2014

2000

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	43	0	0	0	56	0	0	0	0	0	12	0
2	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
3	86	18	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	15	0	20	0	0	0	0	0	0
6	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	30	0
7	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	26	0	20	28	0	0	0	0	0	2	0
9	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
10	26	25	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
11	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
13	10	0	37	0	0	5	0	0	0	0	20	12
14	27	58	6	0	0	0	0	0	0	0	0	19
15	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
16	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	80
19	0	56	11	0	0	0	0	0	0	0	0	75
20	0	0	8	34	0	0	0	0	0	6	0	12
21	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10
22	0	0	88	25	46	0	0	0	0	0	0	9
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
25	0	54	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0
26	48	38	0	30	0	0	0	0	0	14	0	0
27	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	20	32
28	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	13	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0
30	0		30	0	0	0	0	0	0	29	0	0
31	30		0		0		0	0		6		0
Max	88											

2001

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	20	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	16
2	0	45	82	86	0	0	0	0	0	0	0	12
3	0	34	6	0	6	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	40	30	0	24	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	27	0
6	0	0	7	0	0	0	0	0	0	10	0	0
7	0	50	12	39	0	6	0	0	0	0	17	0
8	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
9	10	5	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0
10	0	0	8	0	0	0	0	0	0	2	42	0
11	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0
12	0	17	8	0	0	22	22	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	82
14	0	0	0	0	0	11	0	0	0	8	0	0
15	46	0	23	40	0	0	0	0	0	0	13	0
16	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	8	10
17	13	0	0	89	0	0	0	0	0	0	0	60
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	35
19	0	17	12	0	0	0	0	0	0	0	0	47
20	0	3	33	0	0	0	6	0	0	0	3	55
21	35	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	103
22	49	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	8
23	4	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	79	60	0	4	0	0	0	0	8	0
25	3	49	0	2	0	0	0	0	0	37	40	0
26	6	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0
27	0	5	6	0	0	0	0	0	0	0	29	0
28	0	56	26	0	0	0	0	0	0	0	5	0
29	25		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	3	2
31	12		0		0		0	0		0		31
Max	103											

2002

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	25	4	0	15	0	0	0	0	0	0	0	5
2	0	10	12	0	15	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
4	75	20	0	0	9	0	0	0	0	0	0	60
5	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
6	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	73	19	0	0	0	0	0	0	0	0
9	11	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	5
10	4	32	56	0	0	0	0	0	0	0	0	4
11	51	0	45	0	8	0	0	0	0	0	0	0
12	0	4	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0
13	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
14	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10
15	0	20	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
16	24	26	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0
18	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	28	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	8	25	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
25	15	0	0	14	0	0	0	0	0	0	39	0
26	21	19	9	25	0	0	0	0	0	0	0	51
27	5	8	2	0	0	0	0	0	0	0	6	0
28	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87
29	60		0	0	0	0	0	0	0	0	24	15
30	115		61	0	5	0	0	0	0	0	0	0
31	0		28		0		0	0		0		3
Max	115											

2003

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4.8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	10	0	8	0	30	0	0	0	0	0	0	0
3	36.5	8.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	40	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	22	9	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0
6	7	0.9	0.9	15	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	3.5	5.5	0	25	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	15	0	14	12	0	0	0	0	0	0
9	22.3	4.7	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0
10	16	16.2	5	0	0	0	0	0	0	5	0	0
11	15	1	35	9	3	0	0	0	0	0	0	0
12	53	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
13	27	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
14	12	60	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0
15	25	27.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	11.4	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
18	0	1	0	0	0	3	0	0	0	9	54	0
19	2	12.3	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0
20	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0
21	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	2	20	0	0	4	0	0	0	0	0	0
23	7.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	44	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0
26	0	2	20	0	0	0	0	0	0	0	52	0
27	0	2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0
28	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	102		0	32	0	0	0	0	0	0	0	0
31	54		0		0		0	0		0		0
Max	102											

2004

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	10
3	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	15
4	0	3	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	17	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
7	52	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	9	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	34	6	24	4	0	0	0	0	0	0	0	17
11	5	0	53	0	0	45	0	0	0	0	0	0
12	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
13	0	0	31	9	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	10
16	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0
17	0	4	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0
18	0	2	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
23	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
26	0	37	0	21	9	0	0	0	0	0	15	0
27	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0
28	2	10	20	0	0	0	0	0	0	0	14	0
29	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
30	0		15	0	7	0	0	0	0	0	0	0
31	0		0		0		0	0		0		0
Max	58											

2005

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
2	0	0	0	17	44	0	0	0	0	0	0	20
3	0	28	20	0	0	0	0	20	0	0	0	0
4	50	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	8
5	0	0	0	23	0	15	0	0	0	0	0	0
6	12	0	20	0	0	25	15	0	0	0	0	0
7	15	0	65	0	20	30	0	0	0	0	0	26
8	10	0	78	0	0	5	0	0	0	0	0	10
9	0	35	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	11	47	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	28	0	0	15	0	0	20	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	25
13	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	20
14	20	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	10	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	110
16	15	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
18	0	0	12	0	0	0	10	0	0	18	0	0
19	7	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	10
20	6	0	0	0	0	10	0	0	0	0	26	5
21	0	38	37	0	0	0	0	0	0	0	7	20
22	4	0	59	0	0	15	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	20	0	0	0	10	0	15
24	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0		12	5	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0		0		0		0	0		0		0
Max	110											

2006

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	15	20	47	0	0	5	0	0	0	0	0	0
2	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	10	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	7
4	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	25	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	50	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	30	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0
10	10	0	0	15	30	0	0	0	0	0	0	0
11	0	15	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	20	6	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	15	0	12	0	0	0	0	0	0	0	20
18	0	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	40	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	15	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	15	27	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0		60	0	20	0	0	0	0	0	0	50
30	0		0	58	0	0	0	0	0	0	0	80
31	0		0		5		0	0		0		0
Max	140											

2007

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	8	0
2	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	5	0
3	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0
4	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	15	10
5	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
7	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	2	0
8	0	0	55	0	0	0	0	0	0	0	4	0
9	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
19	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	25	39	0	0	0	0	0	0	0	0	64
22	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	5
23	55	0	0	#	0	0	0	0	0	0	1	0
24	75	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
26	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
27	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0		0	0	0	15	0	0	0	0	84	0
30	0		20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	67		0		0		0	0		0		0
Max	127											

2008

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	60	0	20	0	15	0	0	0	0	0	43	0
3	0	28	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	8	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	20	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	13
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
9	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	10	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	30
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	45
12	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
16	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
18	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	75	0
21	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
28	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
29	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0		0	0	0	0	0	0	0	33	0	0
31	0		0		0		0	0		0		24
Max	90											

2009

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	9	0	16	10	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	6	26	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	10	26	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	22	5	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	120	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	9	0	48	0	0	50	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0
12	12	0	84	0	0	0	0	0	0	0	0	40
13	60	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
15	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	50	0	0	15	0	0	0	0	0	0	25
17	21	0	73	0	0	0	0	0	0	0	0	50
18	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	18	8	0	0	0	0	0	0	0	0	40
21	10	15	0	10	0	0	0	0	0	0	12	25
22	0	30	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	15	0	0	23	0	0	0	0	0	0	50
24	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	16	0	10	0	0	0	0	0	0	16	0
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
30	0		20	0	0	0	0	0	0	0	0	15
31	81		5	0	0		0	0		0		0
Max	120											

2010

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	25	0	26	25	15	0	0	0	0	0	9	10
2	30	10	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	42	25	25	25	0	9	0	0	0	6	90
4	0	35	20	0	0	13	6	0	0	0	3	10
5	25	40	20	0	20	15	1	0	0	0	10	5
6	40	30	25	35	0	0	0	0	25	0	15	40
7	14	15	40	20	0	15	0	0	15	0	46	0
8	0	30	0	0	21	25	0	0	0	21	0	0
9	0	0	0	25	10	20	0	0	0	27	0	0
10	15	0	12	0	15	0	6	0	0	0	0	10
11	10	0	0	25	15	15	0	0	0	0	10	0
12	0	8	0	30	0	0	8	0	15	0	0	5
13	25	6	0	20	30	0	0	0	0	0	0	0
14	0	10	0	15	10	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	15	15	0	0	0	0	46	0	5
16	0	0	0	30	10	0	0	0	0	18	0	0
17	0	0	0	10	25	0	0	0	0	3	0	7
18	0	25	30	20	0	0	0	0	0	0	0	5
19	15	46	25	0	15	0	0	0	0	0	0	0
20	20	25	0	0	20	0	0	0	10	0	5	10
21	40	20	10	0	0	0	0	0	8	0	6	0
22	25	0	0	15	15	0	0	0	15	0	0	0
23	0	26	0	20	25	0	0	0	14	0	0	10
24	40	20	45	30	35	0	0	10	0	0	0	0
25	40	0	52	25	15	0	0	0	15	0	10	0
26	25	26	0	20	0	0	0	0	0	0	0	12
27	28	32	0	15	0	0	6	0	0	0	0	5
28	5	35	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0
29	5		0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
30	0		15	0	0	0	0	0	0	0	5	0
31	0		0		0		0	0		19		0
Max	90											

2011

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5	20	20	20	21	0	0	0	0	0	0	0
2	10	25	10	40	7	0	0	0	0	0	0	30
3	0	19	0	39	31	0	0	0	0	0	19	50
4	0	0	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	7	26	0	0	0	0	0	3	47
6	20	0	0	17	8	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	8	9	0	0	0	0	0	0	30	10
8	10	20	14	0	0	0	0	0	0	0	0	5
9	0	0	0	8	7	0	0	0	0	0	78	0
10	25	0	0	10	0	0	0	0	0	23	0	0
11	0	0	0	30	6	0	0	0	0	0	0	0
12	0	30	20	14	0	0	0	0	0	0	0	25
13	0	7	5	0	10	0	0	0	0	0	3	0
14	10	47	7	30	7	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	13	0	9	0	0	0	0	0	0	0	54
17	0	0	20	8	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	27	43
19	0	0	0	54	0	0	0	0	0	0	0	1
20	5	0	8	0	8	0	0	0	0	0	0	0
21	0	5	0	16	0	0	0	0	0	0	0	9
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	10	30	9	0	0	0	0	0	0	33	0
24	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
25	15	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20
26	21	15	25	28	0	0	0	0	0	0	0	21
27	0	0	24	10	0	0	0	0	0	0	0	25
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0
29	6		27	20	20	0	0	0	0	0	2	0
30	18		0	32	15	0	0	0	0	0	60	0
31	26		0		0		0	0		0		57
Max	78											

2012

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	72	11	15	0	0	0	0	0	0	0	0	47
2	49	10	0	8	0	0	0	0	0	0	0	31
3	0	24	0	0	9	0	0	0	0	0	0	24
4	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	33	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	40
6	24	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	67	0	30	0	0	0	0	0	0	10	0
9	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	32	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
11	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
12	6	21	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
13	0	9	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	7	11	0	24	0	0	0	0	0	0	0
15	52	10	7	22	17	0	0	0	0	0	0	28
16	61	55	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	20	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	11
18	16	3	20	0	0	0	0	0	0	0	13	10
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
20	55	3	21	0	0	0	0	0	0	0	47	10
21	0	4	0	19	0	0	0	0	0	0	0	18
22	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
23	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
24	4	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	9	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	19	5	0	0	0	0	0	0	0	0	26
27	0	0	35	4	0	0	0	0	0	0	0	64
28	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
30	85		0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
31	20		0		0		0	0		0		48
Max	85											

2013

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	38	0	0	30	10	0	0	0	0	0	0	0
2	30	8	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
3	12	15	8	0	0	15	65	0	0	0	0	0
4	65	25	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	10	30	0	25	0	0	0	0	0	0
7	22	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	10	22	20	5	0	0	0	0	0	0
10	0	0	18	0	12	0	0	0	0	0	0	0
11	0	7	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	35	0	18	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	20	12	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	20	25	6	47	5	0	0	0	0	0	0
15	42	19	40	20	0	39	0	0	0	0	5	0
16	0	0	25	25	0	0	0	0	0	0	10	0
17	0	45	21	0	0	0	0	0	0	0	5	0
18	26	0	20	0	0	52	0	0	0	0	0	0
19	47	0	35	8	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	7	19	0	0	0	0	0	15	0
21	22	0	0	5	8	0	0	0	0	0	0	0
22	30	0	0	0	10	0	7	0	0	0	10	0
23	14	0	0	80	12	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0
25	11	25	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
26	0	10	0	0	0	8	0	0	0	0	30	0
27	62	50	0	0	42	15	0	0	0	0	0	0
28	66	38	53	5	25	41	0	0	0	0	15	0
29	58		25	0	0	0	0	0	0	0	20	0
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0		0		0		0	0		0		0
Max	80											

2014

Tgl	B U L A N (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	5	14	19	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	10	20	20	0	0	0	0	0	0	0	1.5
3	22	15	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0
4	65	0	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0
5	9	0	64	60	0	0	0	0	0	0	0	22
6	15	0	18	19	0	0	0	0	0	0	0	10
7	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
9	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	6
10	15	5	58	0	0	0	0	0	0	0	0	5
11	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	10
12	0	10	28	0	0	0	0	0	0	0	0	15
13	12	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	20
14	0	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	40
15	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
16	5	15	3	0	0	0	0	0	0	0	12	62
17	0	70	4	0	0	0	0	0	0	0	0	31
18	5	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	15	10	0	0	0	0	0	0	0	6	134
20	8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
21	0	40	7	0	0	0	0	0	0	0	0	14
22	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.5
23	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	5	8
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	14	13
27	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	23
28	6	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
29	5		31	0	0	0	0	0	0	0	30	8
30	0		19	0	0	0	0	0	0	0	1	49
31	0		10		0		0	0		0		0
Max	134											

LAMPIRAN 4

SYNTAX PROGRAM PINTU AIR DAN BOEZEM KALIDAMI

1. Syntax Utama

```
clc
clear

%-----CEK DIMULAI DARI AWAL?-----
%
%untuk mengecek apakah pintu air dan pompa air telah
diaktifkan sebelumnya
AktifPompa=0;

%-----cek pintu telah terbuka?-----
%
prompt = 'Apakah pintu telah terbuka? (ya=1 tidak=2)? ';
CekPintuTerbuka = input(prompt);
if (CekPintuTerbuka ==1)
    prompt = 'Kemana arah aliran? (hilir=1
backwater=2)?';
    ArahAliran = input(prompt);

    if (ArahAliran ==2)
        %jalankan fungsi pompa air
        fprintf('Jalankan fungsi pompa air ');
        AktifPompa=1;
    end

    if (ArahAliran ==1)
        prompt = 'Apakah ketinggian air boezem masih bisa
ditoleransi (<3m)? (ya=1 tidak=2)?';
        ToleransiTinggiAirBoezem = input(prompt);
        if (ToleransiTinggiAirBoezem ==1)
            fprintf('Pertahankan sampai ketinggian boezem
menjadi normal (1.9 m) ');
        end
        if (ToleransiTinggiAirBoezem ==2)
            %jalankan fungsi pompa air
            fprintf('Jalankan fungsi pompa air ');
            AktifPompa=1;
        end
    end
end
end
%-----end cek pintu telah terbuka?-----
%
```

```

%-----cek pompa telah dihidupkan?-----
-----
if (CekPintuTerbuka ==2)
    prompt = 'Apakah pompa telah dihidupkan? (ya=1
tidak=2)? ';
    CekPompaHidup = input(prompt);
    if (CekPompaHidup==1)
        prompt = 'Apakah tinggi air boezem berkurang?
(ya=1 tidak=2)?';
        CekTinggiBoezemBerkurang = input(prompt);
        if (CekTinggiBoezemBerkurang==1)
            fprintf('Pertahankan sampai ketinggian boezem
menjadi normal (1.9 m) ');
        end
        if (CekTinggiBoezemBerkurang==2)
            %jalankan fungsi pompa air
            fprintf('Jalankan fungsi pompa air ');
            AktifPompa=1;
        end
    end
end
end
%-----cek pompa telah dihidupkan?-----
-----

%-----Pompa dan Pintu telah aktif namun belum
efektif-----
if(AktifPompa==1)
    % Input variabel
    prompt = '\nTinggi muka air boezem= ';
    InputTinggiBoezem = input(prompt);
    prompt = 'Curah Hujan Perjam= ';
    InputCurahHujanPerjam = input(prompt);
    prompt = 'Debit inflow= ';
    InputDebitInflow = input(prompt);

    PompaHidup=Fungsi_Pompa(InputTinggiBoezem,
InputCurahHujanPerjam, InputDebitInflow)

end
%-----End Pompa dan Pintu telah aktif namun belum
efektif-----

%-----END CEK DIMULAI DARI AWAL?-----
-----

%-----MULAI DARI AWAL-----
-----
% adalah kondisi default yaitu pintu air tertutup dan
pompa air tidak aktif

if (CekPintuTerbuka ==2 && CekPompaHidup==2)
    % Input variabel

```

```

prompt = 'Tinggi muka air boezem= ';
InputTinggiBoezem = input(prompt);
prompt = 'Tinggi muka air outfall= ';
InputTinggiOutfall= input(prompt);
prompt = 'Curah Hujan Perjam= ';
InputCurahHujanPerjam = input(prompt);
prompt = 'Debit inflow= ';
InputDebitInflow = input(prompt);

% Cek air boezem harus dibuang atau tidak
if (InputTinggiBoezem <2.80)
    fprintf('Boezem masih aman: Tutup Semua Pintu &
Matikan Pompa');
end

% Kondisi jika tinggi air boezem perlu dibuang
if (InputTinggiBoezem >=2.80)
    if (InputTinggiBoezem>InputTinggiOutfall)
        %cek apakah bisa dibuang dengan pintu air

HasilCekBisaPintu=fCekBisaPintu(InputTinggiBoezem,
InputCurahHujanPerjam, InputTinggiOutfall,
InputDebitInflow)

        %jika bisa dibuang dengan pintu air
        if(HasilCekBisaPintu==1)
            JumlahPintu=[1 2 3 4]
            [LebarPintu,
TinggiPintu]=Fungsi_Pintu(InputTinggiBoezem,
InputCurahHujanPerjam, InputTinggiOutfall,
InputDebitInflow);
            TinggiPintu
        end
    end
    if (InputTinggiBoezem<=InputTinggiOutfall ||
HasilCekBisaPintu==2)
        PompaHidup=Fungsi_Pompa(InputTinggiBoezem,
InputCurahHujanPerjam, InputDebitInflow)
    end
end
end
%-----END MULAI DARI AWAL-----
-----

```

2. Syntax Fungsi Cek Bisa Pompa Air

```

%FUNGSI -- Cek Bisa Pintu Air (nilai balik bisa=1 tidak
bisa=2)
function CekBisaPintu=fCekBisaPintu(CekTinggiBoezem,
CekCurahHujanPerjam, CekTinggiOutfall, CekDebitInflow)
%memanggil fungsi fuzzy pintu air

```

```

CekFuzzyPintu=readfis('fuzzy_pintu_air.fis');
CekInputFuzzyPintu=[CekTinggiBoezem CekCurahHujanPerjam
CekTinggiOutfall];
CekKoefPintu=evalfis([CekInputFuzzyPintu],CekFuzzyPintu);

%menghitung luas pintu
CekOutflowPintu=CekKoefPintu*CekDebitInflow;
CekLuasPintu=CekOutflowPintu/(0.65*(2*9.8*(CekTinggiBoeze
m-CekTinggiOutfall))^0.5);

%menghitung lebar dan tinggi pintu berdasarkan luas pintu
for CekIndexPintu=1:4
    CekLPintu=CekIndexPintu*3;

CekTinggiPintu(CekIndexPintu)=CekLuasPintu/CekLPintu;
end
for CekIndexPintu2=1:4

CekLebarPintu(CekIndexPintu2)=CekLuasPintu/CekTinggiPintu
(CekIndexPintu2);
end

%mengecek validitas apakah tinggi pintu di bawah 3.7
CounterCek=0;
for CekIndexPintu3=1:4
    if (CekTinggiPintu(CekIndexPintu3)>3.7)
        CekTinggiPintu(CekIndexPintu3)=9999;
        CounterCek=CekIndexPintu3;
    end
end

%memberikan nilai balik jika pintu bisa digunakan 1
jika tidak 2
if(CounterCek==4)
    CekBisaPintu=2;
else
    CekBisaPintu=1;
end
end
end

```

3. Syntax Fungsi Buka Tutup Pintu Air

```

function [LebarPintu,
TinggiPintu]=Fungsi_Pintu(iTinggiBoezem,
iCurahHujanPerjam, iTinggiOutfall, iDebitInflow)
%memanggil fungsi fuzzy pintu air
FuzzyPintu=readfis('fuzzy_pintu_air.fis');
InputFuzzyPintu=[iTinggiBoezem iCurahHujanPerjam
iTinggiOutfall];
KoefPintu=evalfis([InputFuzzyPintu],FuzzyPintu);
OutflowPintu=KoefPintu*iDebitInflow;

```

```

%menghitung luas pintu
LuasPintu=OutflowPintu/(0.65*(2*9.8*(iTinggiBoezem-
iTinggiOutfall))^0.5);

%menghitung lebar dan tinggi pintu berdasarkan luas pintu
for IndexPintu=1:4
    LPintu=IndexPintu*3;
    TinggiPintu(IndexPintu)=LuasPintu/LPintu;
end
for IndexPintu2=1:4

LebarPintu(IndexPintu2)=LuasPintu/TinggiPintu(IndexPintu2
);
    end

%mengecek validitas apakah tinggi pintu di bawah 3.7
for IndexPintu3=1:4
    if (TinggiPintu(IndexPintu3)>3.7)
        TinggiPintu(IndexPintu3)=9999;
    end
end
end
end

```

4. *Syntax* Fungsi Hidupkan Pompa Air

```

function PompaHidup=Fungsi_Pompa(iTinggiBoezem,
iCurahHujanPerjam, iDebitInflow)

%memanggil fungsi fuzzy pompa air
FuzzyPompa=readfis('fuzzy_pompa.fis');
InputFuzzyPompa=[iTinggiBoezem iCurahHujanPerjam];
KoefPompa=evalfis([InputFuzzyPompa],FuzzyPompa);
OutflowPompa=KoefPompa*iDebitInflow;

%Menghitung jumlah pompa yang dihidupkan berdasarkan
outflow
if(OutflowPompa<21)
    for IndexPompa=1:7
        KapasitasPompa=IndexPompa*3;
        if(KapasitasPompa>=OutflowPompa)
            PompaHidup=IndexPompa;
            break
        end
    end
end
end

if(OutflowPompa>=21)
    PompaHidup=7;
end
end

```

```
end
```

5. Syntax Fuzzy Pintu Air

```
[System]
Name='fuzzy_pintu_air'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=3
NumOutputs=1
NumRules=24
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

[Input1]
Name='Tinggi_Permukaan_Air_Boezem'
Range=[0 3.8]
NumMFs=3
MF1='Rendah':'trapmf',[0 0 2 2.5]
MF2='Sedang':'trimf',[2 2.75 3.5]
MF3='Tinggi':'trapmf',[2.99 3.5 3.8 3.8]

[Input2]
Name='Curah_Hujan'
Range=[0 50]
NumMFs=4
MF1='Ringan':'trapmf',[0 0 3 5]
MF2='Sedang':'trapmf',[2.5 5 10 13]
MF3='Lebat':'trapmf',[10 13 20 22.5]
MF4='Sangat_Lebat':'trapmf',[20 22.5 50 50]

[Input3]
Name='Tinggi_Permukaan_Air_Outfall'
Range=[0 2]
NumMFs=2
MF1='Rendah':'trimf',[-0.8334 0 1.167]
MF2='Tinggi':'trimf',[0.8334 2 2.833]

[Output1]
Name='Debit_Outflow'
Range=[1 2]
NumMFs=3
MF1='Pelan':'trimf',[0.5834 1 1.417]
MF2='Sedang':'trimf',[1.083 1.5 1.917]
MF3='Cepat':'trimf',[1.583 2 2.417]

[Rules]
3 1 2, 2 (1) : 1
```

```

2 1 2, 2 (1) : 1
1 1 2, 1 (1) : 1
3 1 1, 2 (1) : 1
2 1 1, 1 (1) : 1
1 1 1, 1 (1) : 1
3 2 2, 3 (1) : 1
2 2 2, 3 (1) : 1
1 2 2, 2 (1) : 1
3 2 1, 2 (1) : 1
2 2 1, 2 (1) : 1
1 2 1, 1 (1) : 1
3 3 2, 3 (1) : 1
2 3 2, 3 (1) : 1
1 3 2, 2 (1) : 1
3 3 1, 3 (1) : 1
2 3 1, 2 (1) : 1
1 3 1, 2 (1) : 1
3 4 2, 3 (1) : 1
2 4 2, 3 (1) : 1
1 4 2, 3 (1) : 1
3 4 1, 3 (1) : 1
2 4 1, 3 (1) : 1
1 4 1, 3 (1) : 1

```

6. Syntax Fuzzy Pompa Air

```

[System]
Name='fuzzy_pompa'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=2
NumOutputs=1
NumRules=12
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

[Input1]
Name='Tinggi_Permukaan_Air_Boezem'
Range=[0 3.8]
NumMFs=3
MF1='Rendah': 'trapmf', [0 0 2 2.5]
MF2='Sedang': 'trimf', [2 2.75 3.5]
MF3='Tinggi': 'trapmf', [2.99 3.5 3.8 3.8]

[Input2]
Name='Curah_Hujan'
Range=[0 50]
NumMFs=4

```

```

MF1='Ringan':'trapmf',[0 0 3 5]
MF2='Sedang':'trapmf',[2.5 5 10 13]
MF3='Lebat':'trapmf',[10 13 20 22.5]
MF4='Sangat_Lebat':'trapmf',[20 22.5 50 50]

```

```

[Output1]
Name='Debit_Outflow'
Range=[1 2]
NumMFs=3
MF1='Pelan':'trimf',[0.5834 1 1.417]
MF2='Sedang':'trimf',[1.083 1.5 1.917]
MF3='Cepat':'trimf',[1.583 2 2.417]

```

```

[Rules]
3 1, 2 (1) : 1
2 1, 1 (1) : 1
1 1, 1 (1) : 1
3 2, 2 (1) : 1
2 2, 2 (1) : 1
1 2, 2 (1) : 1
3 3, 3 (1) : 1
2 3, 2 (1) : 1
1 3, 2 (1) : 1
3 4, 3 (1) : 1
2 4, 3 (1) : 1
1 4, 3 (1) : 1

```

7. Syntax Interface Program

```

classdef Program_Pompa_Pintu_Kalidami < matlab.apps.AppBase

    % Properties that correspond to app components
    properties (Access = public)
        UIFigure                                matlab.ui.Figure
        ACEKPINTUBEKERJALabel
        matlab.ui.control.Label
        BCEKPOMPABEKERJALabel
        matlab.ui.control.Label
        PintuterbukaLabel
        matlab.ui.control.Label
        ArahaliranLabel
        matlab.ui.control.Label
        BerapatinggiairboezemLabel_2
        matlab.ui.control.Label
        PompaaktifLabel
        matlab.ui.control.Label
        TinggiairboezemberkurangLabel
        matlab.ui.control.Label
    end
end

```



```

        KeteranganEditFieldLabel
matlab.ui.control.Label
        KetPintuTerbuka
matlab.ui.control.EditField
        KeteranganEditField_2Label
matlab.ui.control.Label
        KetArahAliran
matlab.ui.control.EditField
        KeteranganEditField_3Label
matlab.ui.control.Label
        KetToleransiBoezem
matlab.ui.control.EditField
        KeteranganEditField_4Label
matlab.ui.control.Label
        KetPompaAktif
matlab.ui.control.EditField
        KeteranganEditField_5Label
matlab.ui.control.Label
        KetTinggiBoezemBerkurang
matlab.ui.control.EditField
        runButton
matlab.ui.control.Button
        runButton_2
matlab.ui.control.Button
        runButton_3
matlab.ui.control.Button
        runButton_4
matlab.ui.control.Button
        runButton_5
matlab.ui.control.Button
        INPUTLabel
matlab.ui.control.Label
        TinggiairboezemEditFieldLabel
matlab.ui.control.Label
        InputTinggiBoezem
matlab.ui.control.NumericEditField
        TinggiairoutfallEditFieldLabel
matlab.ui.control.Label
        InputTinggiOutfall
matlab.ui.control.NumericEditField
        CurahhujanLabel
matlab.ui.control.Label
        InputCurahHujanPerjam
matlab.ui.control.NumericEditField
        DebitInflowEditFieldLabel
matlab.ui.control.Label
        InputDebitInflow
matlab.ui.control.NumericEditField
        FungsipintuairButton
matlab.ui.control.Button

```

```

        FungsipompaairButton
matlab.ui.control.Button
        PintuLabel
matlab.ui.control.Label
        HasilTinggiPintu
matlab.ui.control.NumericEditField
        JumlahpompaEditFieldLabel
matlab.ui.control.Label
        PompaHidup
matlab.ui.control.NumericEditField
        Image
matlab.ui.control.Image
        PROGRAMPINTUDANPOMPABOEZEMKALIDAMILabel
matlab.ui.control.Label
        InstitutTeknologiSepuluhNopemberLabel
matlab.ui.control.Label
        CekbisapintuairButton
matlab.ui.control.Button
        CekPintuTerbuka
matlab.ui.control.DropDown
        ArahAliran
matlab.ui.control.DropDown
        CekPompaHidup
matlab.ui.control.DropDown
        CekTinggiBoezemBerkurang
matlab.ui.control.DropDown
        KetCekBisaPintu
matlab.ui.control.EditField
        PintuLabel_2
matlab.ui.control.Label
        HasilTinggiPintu_2
matlab.ui.control.NumericEditField
        PintuLabel_3
matlab.ui.control.Label
        HasilTinggiPintu_3
matlab.ui.control.NumericEditField
        PintuLabel_4
matlab.ui.control.Label
        HasilTinggiPintu_4
matlab.ui.control.NumericEditField
        JumlahPintuTerbukaLabel
matlab.ui.control.Label
        TinggiPintum9999TidakBisaLabel
matlab.ui.control.Label
        BerapatinggiairboezemLabel
matlab.ui.control.Label
        runButton_6
matlab.ui.control.Button
        KeteranganEditField_5Label_2
matlab.ui.control.Label

```

```

        KetCekTinggiBoezem
matlab.ui.control.EditField
        CekTinggiBoezem
matlab.ui.control.NumericEditField
        DevelopedbyBudiSetiawanLabel
matlab.ui.control.Label
        CekTinggiBoezem_2
matlab.ui.control.NumericEditField
        Lamp                                matlab.ui.control.Lamp
        mLabel
matlab.ui.control.Label
        mLabel_2
matlab.ui.control.Label
        mmjamLabel
matlab.ui.control.Label
        m3dtLabel
matlab.ui.control.Label
        buahLabel
matlab.ui.control.Label
        mLabel_3
matlab.ui.control.Label
        mLabel_4
matlab.ui.control.Label
end

```

```

% Callbacks that handle component events
methods (Access = private)

```

```

% Button pushed function: runButton
function runButtonPushed(app, event)
    app.CekPintuTerbuka.Value;
    if (strcmp(app.CekPintuTerbuka.Value, 'Terbuka'))
        MessageNilaiCekPintuTerbuka='Lanjut A.2.';
    end
    if (strcmp(app.CekPintuTerbuka.Value, 'Tertutup'))
        MessageNilaiCekPintuTerbuka='Lanjut B.1.';
    end
end

```

```

app.KetPintuTerbuka.Value=MessageNilaiCekPintuTerbuka;

end

```

```

% Button pushed function: runButton_2
function runButton_2Pushed(app, event)
    app.ArahAliran.Value;
end

```

```

        if (strcmp(app.ArahAliran.Value, 'Hilir'))
            MessageNilaiCekPintuTerbuka='Lanjut A.3.';
        end
        if (strcmp(app.ArahAliran.Value, 'Backwater'))
            MessageNilaiCekPintuTerbuka='Jalankan Fungsi
Pompa Air';
            app.Lamp.Color='red';
        end

app.KetArahAliran.Value=MessageNilaiCekPintuTerbuka;
end

% Button pushed function: runButton_3
function runButton_3Pushed(app, event)
    CekTinggiBoezem2=app.CekTinggiBoezem_2.Value;
    if (CekTinggiBoezem2<3)
        MessageNilaiCekPintuTerbuka='Pertahankan sampai
normal (<=2 meter)';
        app.Lamp.Color='green';
    end
    if (CekTinggiBoezem2>=3)
        MessageNilaiCekPintuTerbuka='Jalankan Fungsi
Pompa Air';
        app.Lamp.Color='red';
    end

app.KetToleransiBoezem.Value=MessageNilaiCekPintuTerbuka;
end

% Button pushed function: runButton_4
function runButton_4Pushed(app, event)
    app.CekPompaHidup.Value;
    if (strcmp(app.CekPompaHidup.Value, 'Hidup'))
        MessageNilaiCekPintuTerbuka='Lanjut B.3.';
    end
    if (strcmp(app.CekPompaHidup.Value, 'Mati'))
        MessageNilaiCekPintuTerbuka='Lanjut B.2.';
    end

app.KetPompaAktif.Value=MessageNilaiCekPintuTerbuka;
end

% Button pushed function: runButton_5
function runButton_5Pushed(app, event)
    app.CekTinggiBoezemBerkurang.Value;
    if
(strcmp(app.CekTinggiBoezemBerkurang.Value, 'Berkurang'))

```

```

        MessageNilaiCekPintuTerbuka='Pertahankan sampai
normal (<=2 meter)';
        app.Lamp.Color='green';
    end
    if
    (strcmp(app.CekTinggiBoezemBerkurang.Value, 'Tidak Berkurang'))
        MessageNilaiCekPintuTerbuka='Jalankan Fungsi
Pompa Air';
        app.Lamp.Color='red';
    end

app.KetTinggiBoezemBerkurang.Value=MessageNilaiCekPintuTerbuka
;
    end

% Button pushed function: CekbisapintuairButton
function CekbisapintuairButtonPushed(app, event)
    InCekTinggiBoezem=app.InputTinggiBoezem.Value;

InCekCurahHujanPerjam=app.InputCurahHujanPerjam.Value;
InCekTinggiOutfall=app.InputTinggiOutfall.Value;
InCekDebitInflow=app.InputDebitInflow.Value;
if (InCekTinggiBoezem<=InCekTinggiOutfall)
    MessageCekBisaPintu='Tidak Bisa';
end
if (InCekTinggiBoezem>InCekTinggiOutfall)
    CekBisaPintu=fCekBisaPintu(InCekTinggiBoezem,
InCekCurahHujanPerjam, InCekTinggiOutfall, InCekDebitInflow);
    if(CekBisaPintu==1)
        MessageCekBisaPintu='Bisa';
    end
    if(CekBisaPintu==2)
        MessageCekBisaPintu='Tidak Bisa';
    end
end
app.KetCekBisaPintu.Value=MessageCekBisaPintu;
end

% Button pushed function: FungsipintuairButton
function FungsipintuairButtonPushed(app, event)
    InPinTinggiBoezem=app.InputTinggiBoezem.Value;

InPinCurahHujanPerjam=app.InputCurahHujanPerjam.Value;
InPinTinggiOutfall=app.InputTinggiOutfall.Value;
InPinDebitInflow=app.InputDebitInflow.Value;
if (InPinTinggiBoezem<=InPinTinggiOutfall)
    app.HasilTinggiPintu.Value=9999;
    app.HasilTinggiPintu_2.Value=9999;
end

```

```

        app.HasilTinggiPintu_3.Value=9999;
        app.HasilTinggiPintu_4.Value=9999;
    end
    if (InPinTinggiBoezem>InPinTinggiOutfall)
        [LebarPintu,
TinggiPintu]=Fungsi_Pintu(InPinTinggiBoezem,
InPinCurahHujanPerjam, InPinTinggiOutfall, InPinDebitInflow);
        LebarPintu;
        app.HasilTinggiPintu.Value=TinggiPintu(1);
        app.HasilTinggiPintu_2.Value=TinggiPintu(2);
        app.HasilTinggiPintu_3.Value=TinggiPintu(3);
        app.HasilTinggiPintu_4.Value=TinggiPintu(4);
    end
end

end

% Button pushed function: FungsipompaairButton
function FungsipompaairButtonPushed(app, event)
    InPomTinggiBoezem=app.InputTinggiBoezem.Value;

InPomCurahHujanPerjam=app.InputCurahHujanPerjam.Value;
    InPomTinggiOutfall=app.InputTinggiOutfall.Value;
    InPomDebitInflow=app.InputDebitInflow.Value;

JumlahPompaHidup=Fungsi_Pompa(InPomTinggiBoezem, InPomCurahHujanPerjam, InPomDebitInflow);
    app.PompaHidup.Value=JumlahPompaHidup;
end

% Button pushed function: runButton_6
function runButton_6Pushed(app, event)
    NilaiCekTinggiBoezem=app.CekTinggiBoezem.Value;
    if(NilaiCekTinggiBoezem<=2.8)
        app.KetCekTinggiBoezem.Value='Tinggi air
boezem aman';
    end
    if(NilaiCekTinggiBoezem>2.8)
        app.KetCekTinggiBoezem.Value='Buang air boezem
dengan pintu atau pompa';
        app.Lamp.Color='yellow';
    end
end
end

end

% Component initialization
methods (Access = private)

```

```

% Create UIFigure and components
function createComponents(app)

    % Create UIFigure and hide until all components
are created
    app.UIFigure = uifigure('Visible', 'off');
    app.UIFigure.Position = [100 100 726 588];
    app.UIFigure.Name = 'UI Figure';

    % Create ACEKPINTUBEKERJALabel
    app.ACEKPINTUBEKERJALabel = uilabel(app.UIFigure);
    app.ACEKPINTUBEKERJALabel.BackgroundColor = [1 1
0];
    app.ACEKPINTUBEKERJALabel.HorizontalAlignment =
'center';
    app.ACEKPINTUBEKERJALabel.FontWeight = 'bold';
    app.ACEKPINTUBEKERJALabel.Position = [24 479 379
22];
    app.ACEKPINTUBEKERJALabel.Text = 'A. CEK PINTU
BEKERJA';

    % Create BCEKPOMPABEKERJALabel
    app.BCEKPOMPABEKERJALabel = uilabel(app.UIFigure);
    app.BCEKPOMPABEKERJALabel.BackgroundColor = [1 1
0];
    app.BCEKPOMPABEKERJALabel.HorizontalAlignment =
'center';
    app.BCEKPOMPABEKERJALabel.FontWeight = 'bold';
    app.BCEKPOMPABEKERJALabel.Position = [24 238 379
22];
    app.BCEKPOMPABEKERJALabel.Text = 'B. CEK POMPA
BEKERJA';

    % Create PintuterbukaLabel
    app.PintuterbukaLabel = uilabel(app.UIFigure);
    app.PintuterbukaLabel.Position = [27 450 96 22];
    app.PintuterbukaLabel.Text = '1. Pintu terbuka?';

    % Create ArahaliranLabel
    app.ArahaliranLabel = uilabel(app.UIFigure);
    app.ArahaliranLabel.Position = [27 379 83 22];
    app.ArahaliranLabel.Text = '2. Arah aliran?';

    % Create BerapatinggiairboezemLabel_2

```

```

        app.BerapatinggiAirBoezemLabel_2 =
uilabel(app.UIFigure);
        app.BerapatinggiAirBoezemLabel_2.Position = [27
306 162 22];
        app.BerapatinggiAirBoezemLabel_2.Text = '3.
Berapa tinggi air boezem?';

        % Create PompaaktifLabel
        app.PompaaktifLabel = uilabel(app.UIFigure);
        app.PompaaktifLabel.Position = [27 206 89 22];
        app.PompaaktifLabel.Text = '1. Pompa aktif?';

        % Create TinggiAirBoezemBerkurangLabel
        app.TinggiAirBoezemBerkurangLabel =
uilabel(app.UIFigure);
        app.TinggiAirBoezemBerkurangLabel.Position = [27
58 178 22];
        app.TinggiAirBoezemBerkurangLabel.Text = '3.
Tinggi air boezem berkurang?';

        % Create KeteranganEditFieldLabel
        app.KeteranganEditFieldLabel =
uilabel(app.UIFigure);
        app.KeteranganEditFieldLabel.HorizontalAlignment =
'right';
        app.KeteranganEditFieldLabel.Position = [27 425 67
22];
        app.KeteranganEditFieldLabel.Text = 'Keterangan';

        % Create KetPintuTerbuka
        app.KetPintuTerbuka = uieditfield(app.UIFigure,
'text');
        app.KetPintuTerbuka.Position = [106 425 297 22];

        % Create KeteranganEditField_2Label
        app.KeteranganEditField_2Label =
uilabel(app.UIFigure);
        app.KeteranganEditField_2Label.HorizontalAlignment
= 'right';
        app.KeteranganEditField_2Label.Position = [27 354
67 22];
        app.KeteranganEditField_2Label.Text =
'Keterangan';

        % Create KetArahAliran

```



```

        app.KetArahAliran = uieditfield(app.UIFigure,
'text');
        app.KetArahAliran.Position = [105 354 298 22];

        % Create KeteranganEditField_3Label
        app.KeteranganEditField_3Label =
uilabel(app.UIFigure);
        app.KeteranganEditField_3Label.HorizontalAlignment
= 'right';
        app.KeteranganEditField_3Label.Position = [27 281
67 22];
        app.KeteranganEditField_3Label.Text =
'Keterangan';

        % Create KetToleransiBoezem
        app.KetToleransiBoezem = uieditfield(app.UIFigure,
'text');
        app.KetToleransiBoezem.Position = [105 281 298
22];

        % Create KeteranganEditField_4Label
        app.KeteranganEditField_4Label =
uilabel(app.UIFigure);
        app.KeteranganEditField_4Label.HorizontalAlignment
= 'right';
        app.KeteranganEditField_4Label.Position = [27 181
67 22];
        app.KeteranganEditField_4Label.Text =
'Keterangan';

        % Create KetPompaAktif
        app.KetPompaAktif = uieditfield(app.UIFigure,
'text');
        app.KetPompaAktif.Position = [104 181 299 22];

        % Create KeteranganEditField_5Label
        app.KeteranganEditField_5Label =
uilabel(app.UIFigure);
        app.KeteranganEditField_5Label.HorizontalAlignment
= 'right';
        app.KeteranganEditField_5Label.Position = [27 33
67 22];
        app.KeteranganEditField_5Label.Text =
'Keterangan';

```

```

        % Create KetTinggiBoezemBerkurang
        app.KetTinggiBoezemBerkurang =
uieditfield(app.UIFigure, 'text');
        app.KetTinggiBoezemBerkurang.Position = [102 33
301 22];

        % Create runButton
        app.runButton = uibutton(app.UIFigure, 'push');
        app.runButton.ButtonPushedFcn =
createCallbackFcn(app, @runButtonPushed, true);
        app.runButton.Position = [361 450 42 22];
        app.runButton.Text = 'run';

        % Create runButton_2
        app.runButton_2 = uibutton(app.UIFigure, 'push');
        app.runButton_2.ButtonPushedFcn =
createCallbackFcn(app, @runButton_2Pushed, true);
        app.runButton_2.Position = [361 379 42 22];
        app.runButton_2.Text = 'run';

        % Create runButton_3
        app.runButton_3 = uibutton(app.UIFigure, 'push');
        app.runButton_3.ButtonPushedFcn =
createCallbackFcn(app, @runButton_3Pushed, true);
        app.runButton_3.Position = [361 306 42 22];
        app.runButton_3.Text = 'run';

        % Create runButton_4
        app.runButton_4 = uibutton(app.UIFigure, 'push');
        app.runButton_4.ButtonPushedFcn =
createCallbackFcn(app, @runButton_4Pushed, true);
        app.runButton_4.Position = [361 206 42 22];
        app.runButton_4.Text = 'run';

        % Create runButton_5
        app.runButton_5 = uibutton(app.UIFigure, 'push');
        app.runButton_5.ButtonPushedFcn =
createCallbackFcn(app, @runButton_5Pushed, true);
        app.runButton_5.Position = [361 58 42 22];
        app.runButton_5.Text = 'run';

        % Create INPUTLabel
        app.INPUTLabel = uilabel(app.UIFigure);
        app.INPUTLabel.BackgroundColor = [1 1 0];
        app.INPUTLabel.HorizontalAlignment = 'center';

```

```

        app.INPUTLabel.FontWeight = 'bold';
        app.INPUTLabel.Position = [466 479 234 22];
        app.INPUTLabel.Text = 'INPUT';

        % Create TinggiairboezemEditFieldLabel
        app.TinggiairboezemEditFieldLabel =
uilabel(app.UIFigure);

app.TinggiairboezemEditFieldLabel.HorizontalAlignment =
'right';
        app.TinggiairboezemEditFieldLabel.Position = [473
448 100 22];
        app.TinggiairboezemEditFieldLabel.Text = 'Tinggi
air boezem';

        % Create InputTinggiBoezem
app.InputTinggiBoezem = uieditfield(app.UIFigure,
'numeric');
        app.InputTinggiBoezem.Position = [584 448 67 22];

        % Create TinggiairoutfallEditFieldLabel
        app.TinggiairoutfallEditFieldLabel =
uilabel(app.UIFigure);

app.TinggiairoutfallEditFieldLabel.HorizontalAlignment =
'right';
        app.TinggiairoutfallEditFieldLabel.Position = [473
421 90 22];
        app.TinggiairoutfallEditFieldLabel.Text = 'Tinggi
air outfall';

        % Create InputTinggiOutfall
app.InputTinggiOutfall = uieditfield(app.UIFigure,
'numeric');
        app.InputTinggiOutfall.Position = [584 421 67 22];

        % Create CurahhujanLabel
        app.CurahhujanLabel = uilabel(app.UIFigure);
        app.CurahhujanLabel.HorizontalAlignment = 'right';
        app.CurahhujanLabel.Position = [473 394 71 22];
        app.CurahhujanLabel.Text = 'Curah hujan';

        % Create InputCurahHujanPerjam
        app.InputCurahHujanPerjam =
uieditfield(app.UIFigure, 'numeric');

```

```

22];
    app.InputCurahHujanPerjam.Position = [584 394 67

% Create DebitInflowEditFieldLabel
    app.DebitInflowEditFieldLabel =
uilabel(app.UIFigure);
    app.DebitInflowEditFieldLabel.HorizontalAlignment
= 'right';
    app.DebitInflowEditFieldLabel.Position = [473 367
68 22];
    app.DebitInflowEditFieldLabel.Text = 'Debit
Inflow';

% Create InputDebitInflow
    app.InputDebitInflow = uieditfield(app.UIFigure,
'numeric');
    app.InputDebitInflow.Position = [584 367 67 22];

% Create FungsipintuairButton
    app.FungsipintuairButton = uibutton(app.UIFigure,
'push');
    app.FungsipintuairButton.ButtonPushedFcn =
createCallbackFcn(app, @FungsipintuairButtonPushed, true);
    app.FungsipintuairButton.BackgroundColor = [0 1
1];
    app.FungsipintuairButton.FontSize = 14;
    app.FungsipintuairButton.FontWeight = 'bold';
    app.FungsipintuairButton.Position = [466 258 232
54];
    app.FungsipintuairButton.Text = 'Fungsi pintu
air';

% Create FungsipompaairButton
    app.FungsipompaairButton = uibutton(app.UIFigure,
'push');
    app.FungsipompaairButton.ButtonPushedFcn =
createCallbackFcn(app, @FungsipompaairButtonPushed, true);
    app.FungsipompaairButton.BackgroundColor = [0.0588
1 1];
    app.FungsipompaairButton.FontSize = 14;
    app.FungsipompaairButton.FontWeight = 'bold';
    app.FungsipompaairButton.Position = [467 66 230
54];
    app.FungsipompaairButton.Text = 'Fungsi pompa
air';

```

```

% Create PintuLabel
app.PintuLabel = uilabel(app.UIFigure);
app.PintuLabel.BackgroundColor = [0 0.0118
0.6902];
app.PintuLabel.HorizontalAlignment = 'center';
app.PintuLabel.FontColor = [1 1 1];
app.PintuLabel.Position = [525 232 43 22];
app.PintuLabel.Text = '1 Pintu';

% Create HasilTinggiPintu
app.HasilTinggiPintu = uieditfield(app.UIFigure,
'numeric');
app.HasilTinggiPintu.Position = [572 232 59 22];

% Create JumlahpompaEditFieldLabel
app.JumlahpompaEditFieldLabel =
uilabel(app.UIFigure);
app.JumlahpompaEditFieldLabel.HorizontalAlignment
= 'right';
app.JumlahpompaEditFieldLabel.Position = [473 39
84 22];
app.JumlahpompaEditFieldLabel.Text = 'Jumlah
pompa';

% Create PompaHidup
app.PompaHidup = uieditfield(app.UIFigure,
'numeric');
app.PompaHidup.Position = [584 39 67 22];

% Create Image
app.Image = uiimage(app.UIFigure);
app.Image.Position = [24 506 70 75];
app.Image.ImageSource = 'logo ITS.png';

% Create PROGRAMPINTUDANPOMPABOEZEMKALIDAMILabel
app.PROGRAMPINTUDANPOMPABOEZEMKALIDAMILabel =
uilabel(app.UIFigure);

app.PROGRAMPINTUDANPOMPABOEZEMKALIDAMILabel.BackgroundColor =
[0 0.4471 0.7412];

app.PROGRAMPINTUDANPOMPABOEZEMKALIDAMILabel.HorizontalAlignmen
t = 'center';

app.PROGRAMPINTUDANPOMPABOEZEMKALIDAMILabel.FontSize = 18;

```

```

app.PROGRAMPINTUDANPOMPABOEZEMKALIDAMILabel.FontWeight =
'bold';

app.PROGRAMPINTUDANPOMPABOEZEMKALIDAMILabel.FontColor = [1 1
1];

app.PROGRAMPINTUDANPOMPABOEZEMKALIDAMILabel.Position = [102
545 598 22];
    app.PROGRAMPINTUDANPOMPABOEZEMKALIDAMILabel.Text =
'PROGRAM PINTU DAN POMPA BOEZEM KALIDAMI';

    % Create InstitutTeknologiSepuluhNopemberLabel
    app.InstitutTeknologiSepuluhNopemberLabel =
uilabel(app.UIFigure);

app.InstitutTeknologiSepuluhNopemberLabel.BackgroundColor = [0
0.4471 0.7412];

app.InstitutTeknologiSepuluhNopemberLabel.HorizontalAlignment
= 'center';
    app.InstitutTeknologiSepuluhNopemberLabel.FontSize
= 13;

app.InstitutTeknologiSepuluhNopemberLabel.FontWeight = 'bold';

app.InstitutTeknologiSepuluhNopemberLabel.FontColor = [1 1 1];
    app.InstitutTeknologiSepuluhNopemberLabel.Position
= [102 524 598 22];
    app.InstitutTeknologiSepuluhNopemberLabel.Text =
'Institut Teknologi Sepuluh Nopember';

    % Create CekbisapintuairButton
    app.CekbisapintuairButton = uibutton(app.UIFigure,
'push');
    app.CekbisapintuairButton.ButtonPushedFcn =
createCallbackFcn(app, @CekbisapintuairButtonPushed, true);
    app.CekbisapintuairButton.BackgroundColor =
[0.8196 1 0.8824];
    app.CekbisapintuairButton.Position = [475 318 108
22];
    app.CekbisapintuairButton.Text = 'Cek bisa pintu
air';

    % Create CekPintuTerbuka
    app.CekPintuTerbuka = uidropdown(app.UIFigure);

```

```

        app.CekPintuTerbuka.Items = {'Terbuka',
'Tertutup'};
        app.CekPintuTerbuka.Position = [228 450 123 22];
        app.CekPintuTerbuka.Value = 'Terbuka';

        % Create ArahAliran
        app.ArahAliran = uideropdown(app.UIFigure);
        app.ArahAliran.Items = {'Hilir', 'Backwater'};
        app.ArahAliran.Position = [228 379 123 22];
        app.ArahAliran.Value = 'Hilir';

        % Create CekPompaHidup
        app.CekPompaHidup = uideropdown(app.UIFigure);
        app.CekPompaHidup.Items = {'Hidup', 'Mati'};
        app.CekPompaHidup.Position = [228 206 123 22];
        app.CekPompaHidup.Value = 'Hidup';

        % Create CekTinggiBoezemBerkurang
        app.CekTinggiBoezemBerkurang =
uideropdown(app.UIFigure);
        app.CekTinggiBoezemBerkurang.Items = {'Berkurang',
'Tidak Berkurang'};
        app.CekTinggiBoezemBerkurang.Position = [228 58
123 22];
        app.CekTinggiBoezemBerkurang.Value = 'Berkurang';

        % Create KetCekBisaPintu
        app.KetCekBisaPintu = uieditfield(app.UIFigure,
'text');
        app.KetCekBisaPintu.Position = [598 318 100 22];

        % Create PintuLabel_2
        app.PintuLabel_2 = uilabel(app.UIFigure);
        app.PintuLabel_2.BackgroundColor = [0 0.0118
0.6902];
        app.PintuLabel_2.HorizontalAlignment = 'center';
        app.PintuLabel_2.FontColor = [1 1 1];
        app.PintuLabel_2.Position = [525 205 43 22];
        app.PintuLabel_2.Text = '2 Pintu';

        % Create HasilTinggiPintu_2
        app.HasilTinggiPintu_2 = uieditfield(app.UIFigure,
'numeric');
        app.HasilTinggiPintu_2.Position = [572 205 59 22];

```

```

% Create PintuLabel_3
app.PintuLabel_3 = uilabel(app.UIFigure);
app.PintuLabel_3.BackgroundColor = [0 0.0118
0.6902];
app.PintuLabel_3.HorizontalAlignment = 'center';
app.PintuLabel_3.FontColor = [1 1 1];
app.PintuLabel_3.Position = [525 177 43 22];
app.PintuLabel_3.Text = '3 Pintu';

% Create HasilTinggiPintu_3
app.HasilTinggiPintu_3 = uieditfield(app.UIFigure,
'numeric');
app.HasilTinggiPintu_3.Position = [572 178 59 22];

% Create PintuLabel_4
app.PintuLabel_4 = uilabel(app.UIFigure);
app.PintuLabel_4.BackgroundColor = [0 0.0118
0.6902];
app.PintuLabel_4.HorizontalAlignment = 'center';
app.PintuLabel_4.FontColor = [1 1 1];
app.PintuLabel_4.Position = [525 150 43 22];
app.PintuLabel_4.Text = '4 Pintu';

% Create HasilTinggiPintu_4
app.HasilTinggiPintu_4 = uieditfield(app.UIFigure,
'numeric');
app.HasilTinggiPintu_4.Position = [572 150 59 22];

% Create JumlahPintuTerbukaLabel
app.JumlahPintuTerbukaLabel =
uilabel(app.UIFigure);
app.JumlahPintuTerbukaLabel.BackgroundColor =
[0.902 0.902 0.902];
app.JumlahPintuTerbukaLabel.HorizontalAlignment =
'center';
app.JumlahPintuTerbukaLabel.FontSize = 11;
app.JumlahPintuTerbukaLabel.Position = [466 150 60
104];
app.JumlahPintuTerbukaLabel.Text = {'Jumlah';
'Pintu'; 'Terbuka'};

% Create TinggiPintum9999TidakBisaLabel
app.TinggiPintum9999TidakBisaLabel =
uilabel(app.UIFigure);
app.TinggiPintum9999TidakBisaLabel.BackgroundColor =
[0.902 0.902 0.902];

```



```

app.TinggiPintum9999TidakBisaLabel.HorizontalAlignment =
'center';
    app.TinggiPintum9999TidakBisaLabel.FontSize = 11;
    app.TinggiPintum9999TidakBisaLabel.Position = [635
150 61 104];
    app.TinggiPintum9999TidakBisaLabel.Text =
{'Tinggi'; 'Pintu'; '(m)'; ''; ''; '9999'; 'Tidak Bisa'};

    % Create BerapatinggiAirBoezemLabel
    app.BerapatinggiAirBoezemLabel =
uilabel(app.UIFigure);
    app.BerapatinggiAirBoezemLabel.Position = [27 133
178 22];
    app.BerapatinggiAirBoezemLabel.Text = '2. Berapa
tinggi air boezem?';

    % Create runButton_6
    app.runButton_6 = uibutton(app.UIFigure, 'push');
    app.runButton_6.ButtonPushedFcn =
createCallbackFcn(app, @runButton_6Pushed, true);
    app.runButton_6.Position = [361 133 42 22];
    app.runButton_6.Text = 'run';

    % Create KeteranganEditField_5Label_2
    app.KeteranganEditField_5Label_2 =
uilabel(app.UIFigure);
    app.KeteranganEditField_5Label_2.HorizontalAlignment =
'right';
    app.KeteranganEditField_5Label_2.Position = [27
108 67 22];
    app.KeteranganEditField_5Label_2.Text =
'Keterangan';

    % Create KetCekTinggiBoezem
    app.KetCekTinggiBoezem = uieditfield(app.UIFigure,
'text');
    app.KetCekTinggiBoezem.Position = [102 108 301
22];

    % Create CekTinggiBoezem
    app.CekTinggiBoezem = uieditfield(app.UIFigure,
'numeric');
    app.CekTinggiBoezem.Position = [228 133 100 22];

```

```

        % Create DevelopedbyBudiSetiawanLabel
        app.DevelopedbyBudiSetiawanLabel =
uilabel(app.UIFigure);
        app.DevelopedbyBudiSetiawanLabel.BackgroundColor =
[0 0.4471 0.7412];

app.DevelopedbyBudiSetiawanLabel.HorizontalAlignment =
'center';
        app.DevelopedbyBudiSetiawanLabel.FontSize = 10;
        app.DevelopedbyBudiSetiawanLabel.FontColor = [1 1
1];
        app.DevelopedbyBudiSetiawanLabel.Position = [1 3
726 12];
        app.DevelopedbyBudiSetiawanLabel.Text = 'Developed
by Budi Setiawan';

        % Create CekTinggiBoezem_2
        app.CekTinggiBoezem_2 = uieditfield(app.UIFigure,
'numeric');
        app.CekTinggiBoezem_2.Position = [228 306 100 22];

        % Create Lamp
        app.Lamp = uilamp(app.UIFigure);
        app.Lamp.Position = [426 319 20 20];

        % Create mLabel
        app.mLabel = uilabel(app.UIFigure);
        app.mLabel.Position = [658 445 25 22];
        app.mLabel.Text = 'm';

        % Create mLabel_2
        app.mLabel_2 = uilabel(app.UIFigure);
        app.mLabel_2.Position = [658 418 25 22];
        app.mLabel_2.Text = 'm';

        % Create mmjamLabel
        app.mmjamLabel = uilabel(app.UIFigure);
        app.mmjamLabel.Position = [658 393 48 22];
        app.mmjamLabel.Text = 'mm/jam';

        % Create m3dtLabel
        app.m3dtLabel = uilabel(app.UIFigure);
        app.m3dtLabel.Position = [658 367 35 22];
        app.m3dtLabel.Text = 'm3/dt';

```

```

% Create buahLabel
app.buahLabel = uilabel(app.UIFigure);
app.buahLabel.Position = [658 38 32 22];
app.buahLabel.Text = 'buah';

% Create mLabel_3
app.mLabel_3 = uilabel(app.UIFigure);
app.mLabel_3.Position = [334 306 25 22];
app.mLabel_3.Text = 'm';

% Create mLabel_4
app.mLabel_4 = uilabel(app.UIFigure);
app.mLabel_4.Position = [334 132 25 22];
app.mLabel_4.Text = 'm';

% Show the figure after all components are created
app.UIFigure.Visible = 'on';
end
end

% App creation and deletion
methods (Access = public)

% Construct app
function app = Program_Pompa_Pintu_Kalidami

% Create UIFigure and components
createComponents(app)

% Register the app with App Designer
registerApp(app, app.UIFigure)

if nargin == 0
    clear app
end
end

% Code that executes before app deletion
function delete(app)

% Delete UIFigure when app is deleted

```

```
delete(app.UIFigure)
end
end
end
```

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Kota Denpasar pada tanggal 30 April 1988. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara.

Penulis menempuh pendidikan di SD Negeri 5 Cunggu di Kabupaten Badung dari tahun 1994-2000, SLTP Negeri 4 Denpasar di Kota Denpasar dari tahun 2000-2003, SMA Negeri 1 Kuta Utara di Kabupaten Badung dari tahun 2003-2006, dan melanjutkan perkuliahan di Universitas Udayana pada Tahun 2006-2011.

Saat ini Penulis bekerja di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, dan pada Tahun 2018, Penulis melanjutkan pendidikan di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan bidang keahlian Hidroinformatika.

Apabila ingin berkorespondensi dengan Penulis, maka dapat dilakukan dengan mengirimkan email ke alamat *email* sebagai berikut: *b.setiawan1988@gmail.com*