



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

## **TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819**

**ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP)  
UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM DRAINASE  
PADA BOZEM BRATANG SALURAN KALI SUMO-BRATANG,  
KOTA SURABAYA**

**BAYU PUTRA PRATAMA  
10111815000060**

**DOSEN PEMBIMBING :  
Ir. ISMAIL SA'UD, MMT.  
NIP 19600517 198903 1 002**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019**



## **TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819**

### **ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP) UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM DRAINASE PADA BOZEM BRATANG SALURAN KALI SUMO-BRATANG, KOTA SURABAYA**

**BAYU PUTRA PRATAMA  
1011181500060**

**DOSEN PEMBIMBING :  
Ir. ISMAIL SA'UD, MMT.  
NIP 19600517 198903 1 002**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019**



**FINAL PROJECT - VC 181819**

**OPERATION AND MAINTENANCE ANALYSIS TO IMPROVE THE  
PERFORMANCE OF THE DRAINAGE SYSTEM  
IN BRATANG BOZEM KALI SUMO-BRATANG CHANNEL,  
SURABAYA CITY**

**BAYU PUTRA PRATAMA  
10111815000060**

**SUPERVISOR :  
Ir. ISMAIL SA'UD, MMT.  
NIP 19600517 198903 1 002**

**DIPLOMA IV CIVIL ENGINEERING STUDY PROGRAM  
DEPARTMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING  
FACULTY OF VOCATIONAL  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP) UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM DRAINASE PADA BOZEM BRATANG SALURAN KALI SUMO- BRATANG, KOTA SURABAYA

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Gelar Sarjana Terapan  
Teknik pada  
Program Studi Diploma IV Teknik Sipil  
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Surabaya, 2019

Disusun oleh :  
Mahasiswa



Bayu Putra Pratama  
NRP. 10111815000060

Disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing

29 JUL 2019



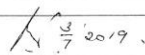
Ir. ISMAEL SA'UD, MMT.  
NIP 19600517 198903 1 002





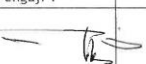
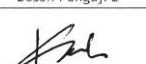
**BERITA ACARA**  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**  
PROGRAM SARJANA TERAPAN LANJUT JENJANG  
TEKNOLOGI SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI ITS

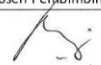
No. Agenda :  
44852/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2019

Tanggal :  
26-6-2019

Judul Tugas Akhir Terapan	Analisis Operasi dan Pemeliharaan (OP) Untuk Meningkatkan Kinerja Sistem Drainase Pada Bozem Bratang Saluran Kali Sumo-Bratang, Kota Surabaya		
Nama Mahasiswa 1	Bayu Putra Pratama	NRP	10111815000060
Nama Mahasiswa 2		NRP	
Dosen Pembimbing 1	Ir. Ismail Sa'ud, M.MT. NIP 19600517 198903 1 002	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	NIP -	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<i>Kor,</i> - <i>Perbaikan abstract &amp; judul ✓</i> - <i>Tata letak lampiran ✓</i> - <i>Skala kriteria kinerja ✓</i>	 Dr. Ir. Kuntjoro, M.T. NIP 19580629 198703 1 002
- <i>Tambahkan peletakan operasional pompa</i> - <i>Sistem OP ✓</i> - <i>Seperimbangkan pemilihan alternatif juga ke 2 &amp; lokasi ✓</i> - <i>Revisi OP pengosongan pompa 9m + 93 → -0,5 + PAB</i> - <i>Bounding hec-Ras ✓</i> - <i>Daftar pustaka ✓</i>	 S. Kamilia Aziz, S.T., M.T. NIP 19771231 200604 2 001
	NIP -
	NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
<i>9/7/19</i> 			
Dr. Ir. Kuntjoro, M.T. NIP 19580629 198703 1 002	S. Kamilia Aziz, S.T., M.T. NIP 19771231 200604 2 001	- NIP -	- NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	 Ir. Ismail Sa'ud, M.MT. NIP 19600517 198903 1 002	- NIP -



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**FAKULTAS VOKASI**  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116  
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025  
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

**Nama** : 1 BAYU PUTRA PRATAMA 2  
**NRP** : 1 101181500060 2  
**Judul Tugas Akhir** : Analisis Operasi dan Pemeliharaan (OP) Untuk meningkatkan kinerja Sistem Drainase Pada Borem Prataung Saluran kali Suro-Prataung kota Surabaya.  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Ismail Sa'ud, M. MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	19/05 2019	- Plot DAS di Poligon Huesu - tambah data Curah hujan. - Uji Chi-kuadrat dan Anisotrov untuk Metode Gumbel.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	29/09 2019	- Debit Limpasan kali Botow ke kali Suro dengan bantuan piranti. - survey untuk kaku kali Suro.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	09/05 2019	① Higuan kali dami ke kali sumo ② Higuan ke kat sumo ke kali botow ③ Higuan debit dua piranti. ④ mensuperponi hidrograf.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	29/05 2019	① Penambahan Alternatif Solusi ② Penentuan kapasitas pompa ③ Normalisasi kali sumo. ④ Ciri pasang pada kaku Wonokromo.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Ket.** :  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**FAKULTAS VOKASI**  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116  
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025  
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

**Nama** : 1 BAYU PUTRA PRATAMA 2  
**NRP** : 1011101500060 2  
**Judul Tugas Akhir** : ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP) untuk memastikan kinerja sistem Drainase Pada Kawasan Basya Saluran Kali Kumo - Banteng kota Surabaya.  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Ismail Sa'ud . M.MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	B	C	K
5	18 Juni 2019	- Mengetahui Nelayan. - Menawarkan alternatif pengoperasian pompa. - meninjau saluran listrik.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	18 Juni 2019	- Menyeleksi kontrol. - menjelek pompa dan penerusan pada HEC - PAS		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	24 Juni 2019	- Mencoba meredisi dengan membangun kembali buso - penerusan dan Pompa - mencoba membuat Rating Curve		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP) UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM DRAINASE PADA BOZEM BRATANG SALURAN KALI SUMO-BRATANG, KOTA SURABAYA**

Nama : Bayu Putra Pratama  
NRP : 10111815000060  
Program Studi : Program Studi Diploma IV Teknik Sipil  
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh November  
Dosen pembimbing : Ir. ISMAIL SA'UD, MMT.  
NIP : 19600517 198903 1 002

Berdasarkan topografi kota Surabaya, tidak semua limpasan air hujan dapat dialirkan secara gravitasi. Oleh karena itu pada beberapa kawasan diperlukan pompa banjir agar dapat mengalirkan limpasan air hujan. Salah satu diantaranya adalah DAS Kali Sumo-Bratang dengan luas DAS 339.46 ha atau 3.39 km<sup>2</sup>. Ini terdapat 6 unit pompa dengan kapasitas 1,5 m<sup>3</sup>/s 3 unit pompa dan 2 m<sup>3</sup>/s 3 unit pompa difungsikan untuk membuang air ke Kali Jagir Wonokromo. Kali Sumo juga terpengaruh aliran kali bokor dan DAS Kali Dami.

Kinerja eksisting sistem drainase Kali Sumo sebesar 71% ditinjau dengan masih terjadinya banjir pada beberapa titik. Kurang optimalnya pengoperasian pompa banjir Bratang dan pendangkalan pada Boezem Bratang juga menjadi salah satu menurunnya kinerja sistem drainase.

Untuk peningkatan kinerja sistem drainase Kali Sumo dan Boezem Bratang menjadi 100% dibutuhkan 6 pompa dengan kapasitas 1,5 m<sup>3</sup>/s 2 unit, 2 m<sup>3</sup>/s 4 unit dan dilakukan normalisasi Boezem Bratang sedalam 1 m menjadi EL. -0,59 m. Hasil yang didapat adalah banjir pada saluran Kali sumo dapat tereduksi sebesar 63% dari debit awal Q<sub>10</sub> = 33.940 m<sup>3</sup>/s menjadi 21,320 m<sup>3</sup>/s yang membebani saluran Kali Sumo. Total rencana anggaran biaya untuk operasi dan pemeliharaan



Boezem Bratang boezem Bratang sebesar Rp. 1,156,654,914,- per tahun.

**Kata kunci : Kali Sumo, Operasi dan Pemeliharaan, Boezem, Pompa, Biaya Operasional**

## **ABSTRACT**

### **OPERATION AND MAINTENANCE ANALYSIS TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF THE DRAINAGE SYSTEM IN THE BOZEM BRATANG KALI SUMO-BRATANG CHANNEL, SURABAYA CITY**

*Name* : Bayu Putra Pratama  
*NRP* : 10111815000060  
*Study Program* : Diploma IV Civil Engineering Study Program  
Department of Civil Infrastructure  
Engineering  
Vocational School  
*Supervisor* : Ir. ISMAIL SA'UD, MMT.  
*NIP* : 19600517 198903 1 002

*Based on Surabaya's topography, not all rainwater can fully flow. Therefore in some areas, a flood pump is needed in order to drain rainwater runoff. One value is the Kali Sumo-Bratang watershed with a watershed area of 339.46 ha or 3.39 km<sup>2</sup>. These are 6 pump units with a capacity of 1.5 m<sup>3</sup> / s 3 pump units and 2 m<sup>3</sup> / s 3 pump units are used to remove air into Jagir Wonokromo River. Kali Sumo also approved the flow of the Kali Dami river and river basin.*

*Kali Sumo's existing performance drainage system of 71% is still in need of flooding at some point. The less optimal Bratang flood booster pump and siltation in Boezem Bratang are also one of the declining ones in increasing the drainage system.*

*To increase the performance of the Kali Sumo and Boezem Bratang drainage system to 100%, 6 pumps are needed with a capacity of 1.5 m<sup>3</sup> / s 2 units, 2 m<sup>3</sup> / s 4 units and normalization of Boezem Bratang is 1 m deep into EL. -0.59 m. The results obtained were floods when the Sumo channel could be reduced by 63% from the initial discharge  $Q_{10} = 33,940 \text{ m}^3 / \text{s}$  to  $21,320 \text{ m}^3 / \text{s}$  which weighed on the Sumo Kali channel.*

*The total budget plan for boezem Bratang operation and maintenance is Rp. 1,156,654,914,- per year.*

***Keywords: Sumo River, Operation and Maintenance, Boezem, Pump, Operating Costs***

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan petunjuk Hidayah-Nya akhirnya kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini dengan judul :

### **ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP) UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM DRAINASE PADA BOZEM BRATANG SALURAN KALI SUMO-BRATANG, KOTA SURABAYA**

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Diploma IV, Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Machus Fawzi, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Jurusan Diploma IV, Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
2. Ir. Ismail Sa'ud, MMT. selaku dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran, dan keikhlasan membimbing serta meluangkan waktu untuk kami hingga terselesaikannya Proposal Tugas Akhir ini.
3. Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya, yang bersedia memberikan data seputar tugas akhir yang saya ulas.
4. Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematuan Kota Surabaya, yang bersedia memberikan data seputar tugas akhir yang saya ulas.
5. Keluarga serta Orang Tua yang membantu mendukung hingga terselesaikannya Proposal Tugas Akhir ini
6. Teman-teman Diploma Teknik Infrastruktur Sipil angkatan 2018 dan teman-teman kelas bangunan air lanjut jenjang khususnya atas bantuan do'a serta dukungannya.

Saya menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu kami mohon maaf atas kesalahan yang kami perbuat karena kurangnya ilmu pada diri kami. Dan kami mengharapkan kritik dan saran membangun dari para pembaca sekalian.

Surabaya, 28 Mei 2019

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Lokasi Studi Tugas Akhir.....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Kondisi Umum .....	5
2.2. Penelitian Terdahulu.....	6
2.3. Pintu Air dan Pompa .....	6
2.4. Bozem.....	7
2.5. Analisa Hidrologi .....	7
2.5.1. Perhitungan curah hujan daerah aliran ( <i>point rainfall</i> ) .....	7
2.5.2. Parameter Dasar Statistik .....	9
2.5.3. Analisis Distribusi Frekuensi .....	11
2.5.4. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi .....	15
2.5.5. Perhitungan debit banjir rencana Metode Rasional .....	17
2.5.6. Perhitungan debit banjir rencana Metode HSS Nakayasu .....	19
2.6. Analisa Hidrolika .....	23
2.6.1. Perhitungan Kapasitas Saluran.....	23
2.7. Besaran Debit Yang Melewati Pintu Air.....	24
2.8. Analisa Pompa.....	24
2.9. Analisa Kapasitas Tampungan .....	25
2.10. Operasi dan Pemeliharaan .....	26
<b>BAB 3 METODOLOGI.....</b>	<b>27</b>
3.1. Pengumpulan Data .....	27
3.2. Identifikasi Masalah .....	27

3.3. Pengidentifikasian Masalah .....	28
3.3.1. Analisa Tampungannya Bozem .....	28
3.3.2. Analisa Pintu dan Pompa .....	28
3.4. <i>Flow Chart</i> .....	29
3.5. Jadwal pengerjaan Tugas Akhir .....	30
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1. Analisa Hidrologi.....	31
4.1.1. Data Curah Hujan .....	31
4.1.2. Curah Hujan Rencana.....	33
4.1.3. Analisa frekuensi .....	34
4.1.4. Pemilihan Jenis Distribusi .....	38
4.1.5. Uji Kecocokan Distribusi .....	39
4.1.6. Perhitungan Curah Hujan Rencana.....	45
4.1.7. Intensitas Hujan .....	46
4.1.8. Menghitung Debit Rencana.....	55
4.1.9. Menghitung debit tambahan dari Saluran Kali Bokor dan DAS Kali Dami.....	74
4.2. Analisa Hidrolika.....	81
4.2.1. HEC-RAS .....	81
<b>BAB 5 ANALISIS KINERJA DAN KEANDALAN .....</b>	<b>87</b>
5.1. Menentukan Kapasitas Eksisting Boezem.....	87
5.2. Debit Inflow.....	89
5.3. Debit Outflow .....	89
5.4. Acuan Sistem Pengoperasian Pompa Banjir Bratang	91
5.5. Cek Kinerja Sistem Drainase.....	94
<b>BAB 6 OPERASI DAN PEMELIHARAAN .....</b>	<b>113</b>
6.1. Sistem Operasional .....	113
6.1.1. Sistem Operasional Pompa.....	113
6.1.2. Sistem OP Boezem Bratang .....	114
6.1.3. Sistem OP Saluran Kali Sumo.....	115
6.2. Pemeliharaan Pompa Banjir Bratang.....	115
6.2.1. Jenis Pemeliharaan .....	116
6.2.2. Peralatan Yang Dipelihara.....	117
6.2.3. Pemeliharaan Pompa Banjir dan Kelengkapannya .....	117
6.2.4. Pemeliharaan Trashrack .....	118
6.3. Pemeliharaan Boezem Bratang.....	118
6.3.1. Pengerukan Sedimentasi dan Lumpur .....	119

6.4. Pemeliharaan Saluran Kali Sumo.....	121
6.4.1. Pengerukan Endapan Lumpur .....	122
6.4.2. Perbaikan Saluran.....	123
<b>BAB 7 RENCANA ANGGARAN BIAYA OPERASI.....</b>	<b>127</b>
7.1. Rencana Biaya Operasi Pompa Bratang.....	127
7.2. Rencana Biaya Pemeliharaan Boezem Bratang .....	131
<b>BAB 8 PENUTUP.....</b>	<b>133</b>
8.1. Kesimpulan.....	133
8.2. Saran.....	133
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>135</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>137</b>



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Sistem Drainase Saluran Kali Sumo-Bratang (BAPPEKO, 2018, a).....	3
Gambar 1.2. Peta Lokasi Penelitian .....	3
Gambar 2.1. Skema jaringan saluran drainase Kali Sumo- Bratang (BAPPEKO, 2018, a).....	5
Gambar 4. 1. <i>Polygon Thiesen</i> (BAPPEKO, 2018, b) .....	31
Gambar 4. 2. <i>Polygon Thiesen</i> SCH Wonokromo dan Catchment Kali Sumo (BAPPEKO, 2018, b)....	32
Gambar 4. 3. Pembagian titik perhitungan waktu kosentrasi (tc).....	47
Gambar 4. 4. Skema jaringan drainase Kali Sumo.....	51
Gambar 4. 5. Pertemuan DAS Kali Dami, Saluran Kali Bokor dan DAS Kali Sumo (BAPPEKO, 2018, a).....	74
Gambar 4. 6. Skema HEC-RAS .....	82
Gambar 4. 7. Potongan memanjang Kali Sumo setelah running HEC-RAS dengan debit $Q_{10}$ .....	83
Gambar 4. 8. Potongan melintang SMO0000 .....	84
Gambar 4. 9. Potongan melintang SMO00172 .....	84
Gambar 4. 10. Potongan melintang SMO00372 .....	85
Gambar 4. 11. Potongan melintang SMO00572 .....	85
Gambar 5. 1. Kurva perbandingan antara elevasi dengan volume dan elevasi dengan luas .....	88
Gambar 5. 2. Grafik perbandingan volume inflow dan volume outflow .....	93
Gambar 5. 3. Grafik Hubungan antara debit inflow, debit pompa dan kapasitas boezem kondisi eksisting.....	97
Gambar 5. 4. Profil muka air saluran kali sumo setelah tereduksi kondisi eksisting .....	98
Gambar 5. 5. Grafik Hubungan antara debit inflow, debit pompa dan kapasitas boezem kondisi alternatif 1 .....	101
Gambar 5. 6. Profil muka air saluran kali sumo setelah tereduksi kondisi alternatif 1 .....	102
Gambar 5. 7. Grafik Hubungan antara debit inflow, debit pompa dan kapasitas boezem kondisi alternatif 2 .....	105
Gambar 5. 8. Profil muka air saluran kali sumo setelah tereduksi kondisi alternatif 2 .....	106

Gambar 5. 9. Grafik Hubungan antara debit inflow, debit pompa dan kapasitas boezem kondisi alternatif 3.....	109
Gambar 5. 10. Profil muka air saluran kali sumo setelah tereduksi kondisi alternatif 3.....	110
Gambar 6. 1. Pengerukan sedimen dari dasar boezem ke phonton penampung.....	119
Gambar 6. 2. Penarikan phonton penampung ke pinggir boezem menggunakan sling.....	120
Gambar 6. 3 Memindahkan sedimen dari phonton penampung ke <i>spoilbank</i> .....	120
Gambar 6. 4 Memindahkan sedimen dari spoilbank ke dumptruck .....	121
Gambar 6. 5. Membuang sedimen ke area yang telah ditentukan.....	121
Gambar 6. 6 Excavator berada dipinggir saluran .....	122
Gambar 6. 7 Excavator menggali sedimen di dasar saluran dan langsung ditumpuk dipinggir saluran drainase	123
Gambar 6. 8 Membuang sedimen ke area yang telah ditentukan.....	123
Gambar 6. 9 Pembongkaran pasangan talud yang rusak .....	124
Gambar 6. 10 Proses pembuatan tanggul (kistdam) .....	124
Gambar 6. 11 Proses <i>dewatering</i> .....	125
Gambar 6. 12 Gali tanah untuk kepala pondasi.....	125
Gambar 6. 13 Pemasangan batu belah dan pasangan dinding .....	126

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Parameter Statistik untuk menentukan jenis Distribusi .....	11
Tabel 2.2. <i>Reduce Mean</i> ( $Y_n$ ) .....	13
Tabel 2.3. <i>Reduced Standart Deviation</i> ( $S_n$ ).....	13
Tabel 2. 4. Nilai K Untuk Distribusi Log Pearson III .....	14
Tabel 2. 5. Lanjutan Nilai K Untuk Distribusi Log Pearson III .....	15
Tabel 2. 6. Kecepatan Aliran Air yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material.....	19
Tabel 4.1. Data Stasiun Hujan Wonokromo.....	33
Tabel 4. 2. Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata .....	34
Tabel 4. 3. Tabel perhitungan Distribusi Normal.....	35
Tabel 4. 4. Tabel perhitungan Distribusi <i>Log Pearson Type III</i> .....	37
Tabel 4. 5. Tabel syarat – syarat distribusi .....	39
Tabel 4. 6. Tabel perhitungan Uji Chi-Kuadrat.....	41
Tabel 4. 7. Tabel Uji Smirnov-Kolmogorov .....	44
Tabel 4. 8. Tabel perbandingan uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov.....	45
Tabel 4. 9. Tabel hasil curah hujan rencana .....	45
Tabel 4. 10. Perhitungan $t_0$ untuk Saluran Sekunder .....	48
Tabel 4. 11. Perhitungan $t_0$ untuk Saluran Primer .....	48
Tabel 4. 12. Tabel perhitungan $t_f$ untuk saluran sekunder.....	49
Tabel 4. 13. Tabel perhitungan $t_f$ untuk saluran sekunder.....	49
Tabel 4. 14. Tabel perhitungan $t_c$ untuk saluran sekunder .....	50
Tabel 4. 15. Tabel perhitungan $t_c$ untuk saluran primer .....	52
Tabel 4. 16. Tabel perhitungan Intensitas Hujan (I) 5 tahun untuk saluran Sekunder.....	53
Tabel 4. 17. Tabel perhitungan Intensitas Hujan (I) 5 tahun untuk saluran primer .....	54
Tabel 4. 18. Tabel perhitungan Intensitas Hujan (I) 10 tahun untuk saluran primer.....	55
Tabel 4. 19. Koefisien pengaliran (C) tiap sub das .....	56
Tabel 4. 20. Lanjutan koefisien pengaliran (C) tiap sub das ..	57
Tabel 4. 21. Tabel perhitungan debit (Q) untuk saluran sekunder.....	57

Tabel 4. 22. Tabel perhitungan debit 5 tahun (Q5) untuk saluran Primer .....	58
Tabel 4. 23. Tabel perhitungan debit 10 tahun (Q10) untuk saluran Primer .....	58
Tabel 4. 24. Tabel perhitungan curah hujan efektif.....	60
Tabel 4. 25. Tabel perhitungan hujan jam-jaman.....	61
Tabel 4. 26. Tabel perhitungan untuk kurva lengkung naik ...	63
Tabel 4. 27. Tabel perhitungan untuk kurva lengkung turun tahap I.....	63
Tabel 4. 28. Tabel perhitungan untuk kurva lengkung turun tahap II .....	64
Tabel 4. 29. Tabel perhitungan untuk kurva lengkung turun tahap III.....	65
Tabel 4. 30. Lanjutan tabel perhitungan untuk kurva lengkung turun tahap III .....	66
Tabel 4. 31. Perhitungan debit 5 tahun metode HSS Nakayasu .....	68
Tabel 4. 32. Lanjutan perhitungan debit 5 tahun metode HSS Nakayasu.....	69
Tabel 4. 33 Lanjutan perhitungan debit 5 tahun metode HSS Nakayasu.....	70
Tabel 4. 34. Perhitungan debit 10 tahun metode HSS Nakayasu.....	71
Tabel 4. 35 Lanjutan perhitungan debit 10 tahun metode HSS Nakayasu.....	72
Tabel 4. 36 Lanjutan perhitungan debit 10 tahun metode HSS Nakayasu.....	73
Tabel 4. 37. Debit Q10 yang masuk ke Saluran Kali Sumo dan Boezem Bratang.....	77
Tabel 4. 38. Lanjutan debit Q10 yang masuk ke Saluran Kali Sumo dan Boezem Bratang.....	78
Tabel 4. 39. Lanjutan debit Q10 yang masuk ke Saluran Kali Sumo dan Boezem Bratang.....	79
Tabel 4. 40. Lanjutan debit Q10 yang masuk ke Saluran Kali Sumo dan Boezem Bratang.....	80
Tabel 5. 1. Perhitungan eksisting boezem .....	87
Tabel 5. 2. Rekapitulasi kapasitas boezem .....	88
Tabel 5. 3. Acuan sistem pengoperasian pompa alternatif 1 ..	91

Tabel 5. 4. Acuan sistem pengoperasian pompa alternatif 2..	92
Tabel 5. 5. Acuan pengoperasian pompa untuk pengosongan boezem bratang.....	93
Tabel 5. 6. Acuan sistem pengoperasian pompa alternatif 3..	94
Tabel 5. 7. Perhitungan reduksi banjir kondisi eksisting .....	95
Tabel 5. 8. Lanjutan perhitungan reduksi banjir kondisi eksisting .....	96
Tabel 5. 9. Perhitungan reduksi banjir kondisi alternatif 1 ....	99
Tabel 5. 10. Lanjutan perhitungan reduksi banjir kondisi alternatif 1 .....	100
Tabel 5. 11. Perhitungan reduksi banjir kondisi alternatif 2	103
Tabel 5. 12. Lanjutan perhitungan reduksi banjir alternatif 2 .....	104
Tabel 5. 13. Tabel perhitungan reduksi banjir kondisi alternatif 3 .....	107
Tabel 5. 14. Tabel perhitungan reduksi banjir kondisi alternatif 3 .....	108
Tabel 6. 1. Tabel acuan pengoperasian pompa .....	113
Tabel 7. 1. Rencana anggaran biaya Operasi Pompa .....	127
Tabel 7. 2. Lanjutan rencana anggaran biaya Operasi Pompa .....	128
Tabel 7. 3. Rencana anggaran biaya Operasi Pompa untuk pengosongan boezem.....	129
Tabel 7. 4. Lanjutan rencana anggaran biaya Operasi Pompa untuk pengosongan boezem.....	130

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel normalisasi Boezem Bratang .....	155
Lampiran 2. Debit inflow dan outflow selama 5 tahun (Kondisi Eksisting) .....	159
Lampiran 3. Debit inflow dan outflow selama 10 tahun (Kondisi Eksisting) .....	163
Lampiran 4. Debit inflow dan outflow selama 5 tahun setelah dilakukan pergantian dan penambahan kapasitas pompa (Kondisi alternatif 1).....	167
Lampiran 5. Debit inflow dan outflow selama 10 tahun setelah dilakukan pergantian dan penambahan kapasitas pompa (Kondisi Alternatif 1).....	171
Lampiran 6. Debit inflow dan outflow selama 10 tahun setelah dilakukan normalisasi Boezem Bratang dan penggantian Pompa (Kondisi Alternatif 2).....	175
Lampiran 7. Operasi Pompa pada saat pengosongan boezem .....	177
Lampiran 8. Debit inflow dan outflow selama 5 tahun setelah dilakukan normalisasi Boezem Bratang (Kondisi Alternatif 3) .....	179
Lampiran 9. Debit inflow dan outflow selama 10 tahun setelah dilakukan normalisasi Boezem Bratang (Kondisi Alternatif 3) .....	181



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pertumbuhan dan perkembangan industri di daerah perkotaan menimbulkan dampak yang cukup besar pada siklus hidrologi sehingga berpengaruh besar terhadap sistem drainase perkotaan. Adapun perkembangan kawasan hunian yang padat disinyalir sebagai penyebab banjir dan genangan di lingkungan sekitarnya. Hal ini disebabkan karena perkembangan urbanisasi yang menyebabkan perubahan tata guna lahan. Oleh karena itu perkembangan kota harus diikuti dengan peningkatan dan perbaikan sistem drainase.

Dalam upaya meningkatkan tingkat kelayakan sistem kinerja drainase oleh karena itu dibutuhkan terciptanya saluran yang baik dengan cara melaksanakan program operasi dan pemeliharaan jaringan drainase yang efektif. Salah satu bentuknya adalah dengan perencanaan operasi dan pemeliharaan (OP). Sebagai langkah awal penyusunan (OP) perlu adanya penilaian kinerja jaringan drainase, yang salah satunya adalah sistem drainase dari Bozem Bratang saluran Kali Sumo-Bratang.

Berdasarkan topografi kota Surabaya, tidak semua limpasan air hujan dapat dialirkan secara gravitasi. Oleh karena itu pada beberapa kawasan diperlukan pompa banjir, salah satu diantaranya adalah DAS Kali Sumo-Bratang dengan luas DAS 339.46 ha atau 3.39 km<sup>2</sup>. Ini terdapat 6 unit pompa dengan kapasitas 1,5 m<sup>3</sup>/s 3 unit pompa dan 2 m<sup>3</sup>/s 3 unit pompa difungsikan untuk membuang air ke Kali Jagir Wonokromo (Matlufi & Lesmana, 2009). Kali Sumo juga terpengaruh aliran kali bokor dan DAS Kali-Dami,

Pada studi kali ini menganalisa tentang Operasi dan Pemeliharaan pompa dengan menggunakan debit 10 thn. Dengan demikian dapat mengatasi limpasan air

hujan yang terjadi di DAS Kali Sumo-Bratang dan akibat penambahan debit Kali Bokor.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Dengan melihat uraian dari latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahan yang dijadikan objek dalam menganalisis operasi dan pemeliharaan untuk meningkatkan kinerja sistem drainase sebagai berikut :

1. Bagaimana analisa kinerja eksisting drainase saluran dan Bozem Bratang?
2. Bagaimana upaya peningkatan kinerja drainase saluran dan Bozem Bratang?
3. Bagaimana keandalan Operasi dan Pemeliharaan Bozem terhadap reduksi banjir Kali Sumo-Bratang?
4. Berapa besaran biaya Operasi dan Pemeliharaan pada Bozem bratang?

### **1.3. Tujuan**

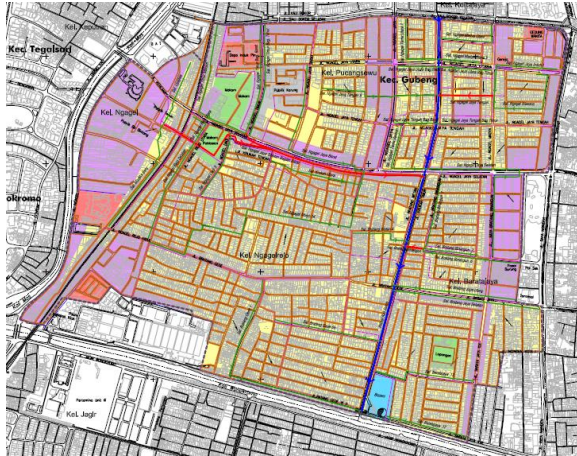
1. Menghitung debit banjir pada saluran drainase Kali Sumo-Bratang.
2. Menghitung kebutuhan pompa dan dimensi rencana Bozem Bratang
3. Menghitung keandalan operasi pintu dan pompa terhadap reduksi banjir Kali Sumo-Bratang
4. Menganalisa biaya Operasi dan pemeliharaan pada Bozem Bratang.

### **1.4. Batasan Masalah**

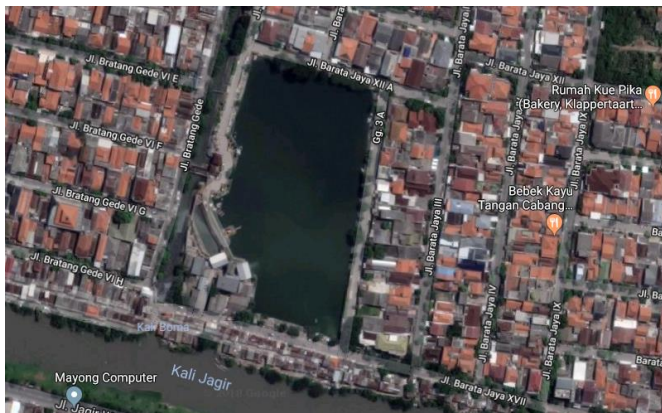
1. Menghitung Analisa Hidrologi
2. Menghitung Analisa Hidrolika
3. Pengopersian Pompa dan Pintu pada Bozem Bratang
4. Perhitungan biaya Operasi dan Pemeliharaan Bozem Bratang
5. Hanya membatasi pada Catchment Kali Sumo-Bratang

## 1.5. Lokasi Studi Tugas Akhir

Lokasi studi tugas akhir yang di tuju adalah, Sistem Jaringan drainase pada Bozem Bratang saluran Kali Sumo-Bratang, Kota Surabaya.



**Gambar 1.1. Sistem Drainase Saluran Kali Sumo-Bratang (BAPPEKO, 2018a)**



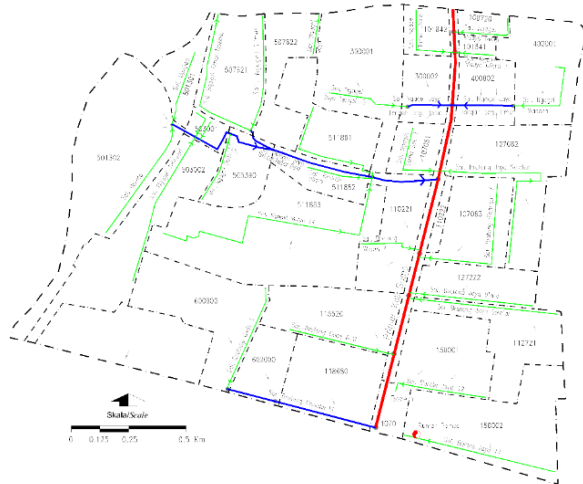
**Gambar 1.2. Peta Lokasi Penelitian**  
(sumber : google earth)

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Kondisi Umum

Pada Gambar 2.1 terlihat arah aliran menuju ke Bozem bratang lalu dipompa menuju kali jagir, Surabaya



**Gambar 2.1. Skema jaringan saluran drainase Kali Sumo-Bratang (BAPPEKO, 2018a)**

Sistem Pematusan Kali Sumo, memiliki luas catchment area kurang lebih 339,46 ha atau 3.39 km<sup>2</sup> (tidak termasuk PDAM Ngagel dan Baratajaya yang langsung bermuara di Kali Wonokromo), berada pada wilayah administrasi :

- a. Kecamatan Gubeng yang meliputi Kelurahan Pucangsewu dan Kelurahan Baratajaya
- b. Kecamatan Wonokromo yang meliputi Kelurahan Ngagel dan Kelurahan Ngagelrejo

Bila dilihat dari kondisi topografinya Sistem Pematusan Kali Sumo sebagian besar berada pada ketinggian < 5 mdpl.

## 2.2. Penelitian Terdahulu

Pada sistem drainase Kali Sumo-Bratang yang merupakan salah satu wilayah di Kota Surabaya yang mengalami masalah ketika musim hujan.

Pada penelitian Tugas Akhir *Moch. Irwan Matlufi dan Egy Dharma Lesmana* (2009) Mahasiswa D-III Teknik sipil ITS dengan judul SISTEM PENGOPERASIAN POMPA PADA SISTEM DRAINASE KALI SUMO (BOEZEM BRATANG) KOTA SURABAYA menjelaskan bahwa pengoperasian pompa pada Bozem Bratang dilakukan dengan debit 2 tahun, pompa dioperasikan hanya dalam waktu 6 jam ketika muka air Kali jagir sedang pasang. (Matlufi & Lesmana, 2009)

Pada penelitian Tugas Akhir *Winda Bintang Veroza dan Rachmad Harnadi* (2015) Mahasiswa D-III Teknik sipil ITS dengan judul PENGARUH PERBAIKAN KALI WONOKROMO TERHADAP PERFORMA DRAINASE SUMO menjelaskan bahwa debit Q5 dan Q10 pada saluran primer kali sumo adalah 23.97 m<sup>3</sup>/det dan 26.46 m<sup>3</sup>/det. Pada penelitian ini hanya membahas pengaruh kali wonokromo terhadap sistem drainase kali sumo, tidak membahas Operasi dan pemeliharaan Bozem dan Saluran drainase. (Veroza & Harnadi, 2015)

Untuk itu pada penelitian kali ini akan mengevaluasi keandalan Operasi dan Pemeliharaan Pompa untuk debit 10 tahun, juga untuk meningkatkan kapasitas tampungan Bozem Bratang. Menganalisa hingga hulu DAS Kali Sumo-Bratang dan menganalisa tambahan debit akibat saluran Kali Bokor dan Kali Dami.

## 2.3. Pintu Air dan Pompa

Pintu air digunakan untuk mengatur elevasi air. Pintu air akan dibuka saat muka air hilir (pembuangan akhir) rendah dan ditutup bila muka air hilir sedang tinggi. Selain itu digunakan untuk menahan backwater dari Kali Jagir.

## 2.4. Bozem

Bozem merupakan kolam/waduk penampungan air hujan. Berfungsi untuk memotong puncak banjir yang terjadi dalam saluran Kali Sumo. Konsep dasar dari Bozem adalah menampung volume air ketika debit maksimum di Saluran Kali Sumo datang, kemudian secara perlahan-lahan mengalirkan Kali Jagir Wonokromo.

## 2.5. Analisa Hidrologi

### 2.5.1. Perhitungan curah hujan daerah aliran (*point rainfall*)

Data hujan yang diperoleh dari stasiun hujan merupakan hujan yang terjadi pada 1 titik saja/ *point rainfall* (Soewarno, 1995). Untuk perhitungan hidrologi dibutuhkan data hujan pada kawasan yang ditinjau sehingga dibutuhkan beberapa stasiun hujan yang akan diubah menjadi curah hujan wilayah. Ada 3 cara yang sering digunakan untuk menentukan curah hujan wilayah, yaitu rata-rata aljabar (aritmatik), Poligon *Thiessen*, dan Isohyet.

Dari ketiga metode diatas perlu dipilih metode yang sesuai pada suatu daerah tangkapan air.

#### 1. *Thiessen Poligon*

Dalam analisa ini perhitungan area rainfall menggunakan metode *Polygon Thiessen*. Hal ini disebabkan kondisi stasiun hujan yang tidak merata. Hal yang perlu diperhatikan dalam metode ini adalah sebagai berikut :

- Jumlah stasiun pengamatan minimal tiga unit.
- Penambahan stasiun akan mengubah seluruh jaringan
- Topografi daerah tidak diperhitungkan.
- Stasiun hujan tidak tersebar merata



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

Dimana :

R Hujan rata-rata daerah (mm)

$R_n$  Hujan pada pos penakar hujan (mm)

$A_n$  Luas daerah pengaruh pos penakar hujan ( $\text{km}^2$ )

A Luas total DAS ( $\text{km}^2$ )

## 2. *Aritmatic Mean*

Biasanya cara ini dipakai pada daerah yang datar dan banyak stasiun penakar hujan dan dengan anggapan bahwa daerah tersebut sifat curah hujannya seragam. Cara ini digunakan apabila

- Daerah tersebut berada pada daerah yang datar
- Penempatan alat ukur tersebar merata
- Variasi curah hujan sedikit dari harga tengahnya

Cara penghitungannya sebagai berikut :

$$R = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \text{ atau } R)$$

$$R = \frac{1}{n} \sum_{n=1}^n R_1$$

Dimana :

R Tinggi hujan rata-rata daerah aliran (arean *Rainfall*)

$R_1 R_2 R_3 R_n$  Tinggi hujan masing-masing stasiun

N Banyaknya stasiun

### 2.5.2. Parameter Dasar Statistik

Dalam statistik ada beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data, yaitu meliputi rata-rata, standart deviasi, koefisien *skewness* dan koefisien kurtosis. Parameter statistik ini digunakan untuk menentukan distribusi frekuensi yang akan digunakan. Berikut setiap jenis distribusi mempunyai parameter statistik yang terdiri dari :

- Nilai rata-rata tinggi hujan

Tinggi rata-rata hujan diperoleh dari rata-rata penakaran tinggi hujan. Rumus yang digunakan :

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n Ri}{n}$$

Dimana :

$\bar{R}$  rerata (mm)

Ri variable random (mm)

N jumlah data

(Triatmojo, 2010)

- Standar Deviasi

Standar Deviasi dapat digunakan untuk mengetahui variabilitas dari distribusi. Semakin besar standart deviasinya maka semakin besar penyebaran dari distribusi. Nilai standart deviasi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (R - \bar{R})^2}{n - 1}}$$

Dimana :

S Deviasi standart

R Nilai varian ke i

$\bar{R}$  Nilai rata-rata varian

n Jumlah data

(Soemarto, 1999)

- Koefisien Kemencengan (Cs)

Koefisien Kemencengan (*skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi. . Nilai koefisien skewness dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2) x S^3} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3$$

Dimana :

CS Koefisien *Skewness*

Xi Nilai varian ke i

Nilai rata-rata varian

n Jumlah data

(Triatmojo, 2010)

- Koefisien Keruncingan (Ck)

Koefisien Keruncingan (kurtosis) dimaksud untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Nilai koefisien kurtosis dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Ck = \frac{n}{(n-1)(n-2)(n-3) x S^4} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^4 x S$$

Dimana :

Ck Koefisien Kurtosis

Xi Nilai varian ke i

Nilai rata-rata varian

n Jumlah data

S Deviasi standar

(Triatmojo, 2010)

Perhitungan curah hujan rencana dihitung dengan analisis distribusi frekuensi. Distribusi yang digunakan adalah distribusi normal,

distribusi gumbel dan distribusi *Log Pearson Type III*.

Adapun syarat-syarat parameter statistik dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 2.1. Parameter Statistik untuk menentukan jenis Distribusi**

No	Distribusi	Persyaratan
1	Normal	Cs = 0 Ck = 3
2	Log Normal	Cs = Cv <sup>3</sup> + 3 Cv Ck = Cv <sup>8</sup> + 6Cv <sup>6</sup> + 15Cv <sup>4</sup> + 16Cv <sup>2</sup> + 3
3	Gumbel	Cs = 1.14 Ck = 5.4
4	<i>Log Pearson Type III</i>	Selain dari nilai diatas / flexibel

(Triatmojo, 2010)

### 2.5.3. Analisis Distribusi Frekuensi

Curah hujan rencana adalah curah hujan terbesar tahunan yang terjadi pada periode ulang tertentu. Perhitungan hujan rencana dipakai metode antara lain :

#### 2.5.3.1. Metode Distribusi Normal

Rumus dasar yang digunakan dalam menggunakan analisa distribusi normal adalah :

$$X = \bar{X} + k.S$$

$$V = \frac{\sum_{i=L}^n Xi}{n}$$

$$S = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^n (xi - \bar{X})^2}}{n - 1}$$

Dimana :

X Curah hujan dengan periode ulang T tahun

X Curah hujan rata-rata harian maksimum selama tahun pengamatan  
 S Standart Deviasi  
 K Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik dari distribusi peluang yang digunakan untuk analisa peluang.

(Soewarno, 1995)

### 2.5.3.2. Metode Distribusi Gumbel

Dalam perhitungan rumus yang dipakai untuk metode distribusi gumbel adalah:

$$X_T = \bar{X} + K.Sd$$

Dimana :

$X_T$  Curah hujan rancangan untuk periode ulang pada T tahun

X Nilai rata-rata dari data hujan

Sd Standart deviasi

K Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe distribusi frekuensi

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$$

$$Y_T = -In.In\left(\frac{T}{T-1}\right)$$

$Y_T$  Reduce mean

$Y_n$  Reduce Standart Deviasi sebagai fungsi dari banyaknya data n

$S_n$  Parameter Gumbel periode T tahun

N Jumlah pengamatan

(Soewarno, 1995)

**Tabel 2.2. Reduce Mean (Yn)**

N	Yn	N	Yn	N	Yn	N	Yn
10	0.4952	15	0.5128	20	0.5236	25	0.5309
11	0.4996	16	0.5157	21	0.5252	26	0.532
12	0.5035	17	0.5181	22	0.5268	27	0.5332
13	0.5070	18	0.5202	23	0.5283	28	0.5342
14	0.5100	19	0.522	24	0.5296	29	0.5353

(Soewarno, 1995)

**Tabel 2.3. Reduced Standart Deviation (Sn)**

N	Sn	N	Sn	N	Sn	N	Sn
10	0,9496	15	1,0206	20	1,0628	25	1,0915
11	0,9676	16	1,0136	21	1,0696	26	1,1961
12	0,9833	17	1,0411	22	1,0754	27	1,1004
13	0,9971	18	1,0493	23	1,0811	28	1,1047
14	1,0095	19	1,0565	24	1,0864	29	1,1086

(Soewarno, 1995)

**2.5.3.3. Metode Distribusi Log Pearson Type III**

Perhitungan distribusi log person dapat dihitung dengan : Dimana :

$$\log x = \overline{\log x} + s \cdot \log x \cdot k$$

Log x Nilai logaritmik variat yang diharapkan

Nilai rata-rata hitung logaritmik variat x log

s log x Deviasi standart logaritmik nilai x

k Faktor frekuensi yang merupakan fungsi periode ualng dan type distribusinya

$$\overline{\log x} = \frac{\sum_{i=1}^n \log x}{n}$$

$$s. \log x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log xi - \log x)}{(n-1)}}$$

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2) x S^3} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3$$

**Tabel 2. 4. Nilai K Untuk Distribusi Log Pearson III**

Cs	Tahun (Periode Ulang)						
	2	5	10	25	50	100	200
2	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,553	4,298
1,9	-0,294	0,645	1,31	2,207	2,881	3,499	4,223
1,8	-0,282	0,66	1,318	2,193	2,848	3,444	4,147
1,7	-0,268	0,675	1,324	2,179	2,815	3,388	4,069
1,6	-0,254	0,69	1,329	2,163	2,78	3,33	3,99
1,5	-0,24	0,705	1,333	2,14	2,743	3,33	3,91
1,4	-0,225	0,719	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828
1,3	-0,21	0,732	1,338	2,108	2,666	3,211	3,745
1,2	-0,195	0,745	1,34	2,087	2,626	3,149	3,661
1,1	-0,18	0,758	1,341	2,066	2,585	3,087	3,575
1	-0,164	0,769	1,34	2,043	2,542	3,022	3,489
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401
0,8	-0,132	0,78	1,336	1,998	2,543	2,891	3,312
0,7	-0,116	0,79	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223
0,6	-0,099	0,8	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,91	2,311	2,686	3,041
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,88	2,261	2,615	2,949
0,3	-0,05	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
0,2	-0,033	0,83	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,4	2,67

**Tabel 2. 5. Lanjutan Nilai K Untuk Distribusi Log Pearson III**

Cs	Tahun (Periode Ulang)						
	2	5	10	25	50	100	200
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576
-0,1	0,033	0,85	1,258	1,68	1,945	2,178	2,388
-0,2	0,05	0,853	1,245	1,643	1,89	2,104	2,294
-0,3	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201
-0,4	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108
-0,5	0,099	0,857	1,2	1,528	1,72	1,88	2,016
-0,6	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926
-0,7	0,132	0,856	1,166	1,488	1,606	1,733	1,837
-0,8	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,66	1,749
-0,9	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664
-1	0,18	0,848	1,107	1,324	1,435	1,518	1,581
-1,1	0,195	0,844	1,086	1,282	1,324	1,449	1,501
-1,2	0,21	0,838	1,064	1,24	1,27	1,383	1,424
-1,3	0,225	0,832	1,041	1,198	1,217	1,318	1,351
-1,4	0,24	0,825	1,018	1,157	1,166	1,256	1,282
-1,5	0,224	0,817	0,994	1,116	1,069	1,197	1,216
-1,6	0,268	0,808	0,97	1,075	1,023	1,14	1,155
-1,7	0,282	0,799	0,945	1,035	0,98	1,087	1,097
-1,8	0,294	0,788	0,92	0,996	0,939	1,037	1,044
-1,9	0,307	0,777	0,895	0,959	0,9	0,99	0,995
-2	0,319	0,765	0,869	0,923	0,864	0,946	0,949

(Triatmojo, 2010, p. 232)

#### **2.5.4. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi**

##### **2.5.4.1. Uji Chi Kuadrat (*Chi Square Test*)**

Uji Chi Kuadrat bertujuan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang dipilih bisa mewakili distribusi statistic sampel data yang dianalisis. Pengujian ini



menggunakan parameter  $X^2$ , dapat dihitung dengan rumus :

$$X^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$G = 1 + 1,37 \ln(n)$$

$$Dk = G - R - 1$$

$$P(Xm) = \frac{m}{n + 1}$$

$$T(Xm) = \frac{n + 1}{m}$$

Dimana :

$X^2$	Parameter Chi Kuadrat
G	Jumlah Sub kelompok
$E_i$	Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-1
$O_i$	Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-1
dk	Derajat kebebasan
R	Konstanta
P	Peluang

#### 2.5.4.2. Uji Smirnov Kolmogorov

Pengujian ini dilakukan dengan menggambarkan probabilitas untuk tiap data, yaitu distribusi empiris dan distribusi teoritis yang disebut  $\Delta_{mak}$

Dimana :

$$\Delta_{mak} = |P_e - P_t|$$

$\Delta_{mak}$  Selisih antara peluang teoritis dengan peluang empiris

$\Delta_{cr}$  Simpangan kritis (dari tabel)

$P_e$  Peluang empiris

$P_t$  Peluang teoritis

Kemudian dibandingkan antara  $\Delta_{mak}$  dengan  $\Delta_{cr}$  bila  $\Delta_{mak} < \Delta_{cr}$  maka pemilihan distribusi frekuensi tersebut dapat diterapkan pada data tersebut.

### 2.5.5. Perhitungan debit banjir rencana Metode Rasional

Metode rasional dapat digunakan untuk menghitung debit puncak sungai atau saluran, namun dengan daerah pengaliran yang terbatas. Dengan rumus :

$$Q = \frac{1}{3,6} C.I.A$$

Dimana :

Q	Debit puncak banjir (m <sup>3</sup> )
A	Luas daerah aliran sungai (Km <sup>2</sup> )
C	Koefisien pengaliran
I	Intensitas jumlah Hujan (mm/jam)
t	Lamanya hujan (dalam jam)

- Intensitas hujan (I) :

$$I = \frac{Rt}{24} x \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

- Koefisien Pengaliran :

$$C = \frac{\sum_{n-1}^n (A_i . C_i)}{\sum_{n-1}^n A_i}$$

#### a. Intensitas Curah Hujan

Data yang digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan adalah curah hujan jangka pendek yang dinyatakan dalam intensitas per jam yang disebut intensitas curah hujan (mm/jam). Besarnya intensitas curah hujan itu berbeda-beda yang disebabkan oleh lamanya curah hujan atau frekuensi kejadiannya. Untuk mengestimasi intensitas curah hujan, dalam perencanaan ini biasanya digunakan salah satu dari rumus di bawah ini :

$$I = \frac{Rt}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Dimana:

- I Intensitas curah hujan (mm/jam)  
 Tc Lamanya hujan mengalir dari titik terjauh menuju titik kontrol yang ditentukan (jam)  
 R<sub>24</sub> Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

### b. Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi, Tc adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air hujan dari titik terjauh menuju suatu titik tertentu ditinjau pada daerah pengaliran. Umumnya waktu konsentrasi terdiri dari waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir pada permukaan tanah menuju saluran terdekat (To) dan waktu untuk mengalir dalam saluran ke suatu tempat yang ditinjau (Tf).

$$Tc = To + Tf$$

Dimana :

- Tc Lamanya hujan mengalir dari titik terjauh menuju titik kontrol yang ditentukan (menit)  
 Tf Waktu pengaliran dalam saluran (menit)  
 To Waktu pengaliran dari lahan menuju saluran (menit)  
 L Panjang saluran (m)  
 D Beda tinggi antara titik terjauh (m)  
 V Kecepatan aliran air dalam saluran (m/dt)

Untuk mencari nilai To dan Tf menggunakan rumus sebagai berikut :

- Rumus Kirpich

$$T_o = 0.0195 x \left( \frac{L_o}{\sqrt{I_o}} \right)^{0.77}$$

Dimana :

Lo jarak titik tinjau lahan terhadap system saluran yang ditinjau  
Io kemiringan rata-rata permukaan tanah ke saluran yang ditinjau

- Rumus Dr. Rizha

$$Tf = \frac{L}{V}$$

Dimana :

L = panjang saluran (m)

V = kecepatan di dalam saluran (m/det)

**Tabel 2. 6. Kecepatan Aliran Air yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material**

Jenis bahan	Kecepatan (m/det)
Lempung kepasiran	0.5
Lanau alluvial	0.6
Kerikil halus	0.75
Lempung kokoh	0.75
Lempung padat	1.1
Kerikil kasar	1.2
Batu-batu besar	1.5
Pasangan batu	1.5
Beton	1.5
Beton bertulang	1.5

(Bina Marga, 1990)

### 2.5.6. Perhitungan debit banjir rencana Metode HSS Nakayasu

Hidrograf adalah kurva yang memberi hubungan antara parameter aliran dan waktu. Parameter tersebut bisa berupa kedalaman aliran (elevasi) atau debit aliran;

sehingga terdapat dua macam hidrograf yaitu hidrograf muka air dan hidrograf debit. Hidrograf muka air dapat ditransformasikan menjadi hidrograf debit dengan menggunakan *rating curve*. Untuk selanjutnya yang dimaksud dengan hidrograf adalah hidrograf debit, kecuali apabila dinyatakan lain.

Pada tahun 1932, L.K. *Sherman* mengenalkan konsep hidrograf satuan, yang banyak digunakan untuk melakukan transformasi dari hujan menjadi debit aliran. Hidrograf satuan didefinisikan sebagai hidrograf limpasan langsung (tanpa aliran dasar) yang tercatat di ujung hilir DAS yang ditimbulkan oleh hujan efektif sebesar 1 mm yang terjadi secara merata di permukaan *catchment area* dengan intensitas tetap dalam satu durasi tertentu.

Metode hidrograf satuan banyak digunakan untuk memperkirakan banjir rancangan. Metode ini relatif sederhana, mudah penerapannya, tidak memerlukan data yang kompleks, dan memberikan hasil rancangan yang cukup teliti. Data yang diperlukan untuk menurunkan hidrograf satuan terukur di *catchment area* yang ditinjau adalah data hujan otomatis dan pencatatan debit di titik kontrol. Beberapa anggapan dalam penggunaan hidrograf satuan adalah sebagai berikut ini:

- a. Hujan efektif mempunyai intensitas konstan selama durasi hujan efektif. Untuk memenuhi anggapan ini maka hujan deras yang dipilih adalah hujan dengan durasi singkat.

1. Hujan efektif terdistribusi secara merata pada seluruh *catchment area*. Dengan anggapan ini maka hidrograf satuan tidak berlaku untuk *catchment area* yang sangat luas, karena ini sulit untuk mendapatkan hujan yang sangat merata di seluruh *catchment area*. Penggunaan pada *catchment area* yang sangat luas dapat dilakukan dengan cara membagi *catchment area* menjadi sejumlah sub *catchment area* dilakukan analisis hidrograf satuan.

2. Dari data hujan dan hidrograf limpasan langsung yang tercatat setiap interval waktu tertentu (misalnya tiap jam), selanjutnya dilakukan pemilihan data untuk analisis tahap selanjutnya. Untuk penurunan hidrograf satuan, dipilih kasus banjir dengan kriteria berikut ini:
3. Hidrograf banjir berpuncak tunggal, hal ini dimaksudkan untuk memudahkan analisis.
4. Hujan penyebab banjir terjadi merata diseluruh *catchment area*, hal ini dipilih untuk memenuhi kriteria teori hidrograf satuan.
5. Dipilih kasus banjir dengan debit yang memiliki puncak yang relatif cukup besar.

Berdasarkan kriteria tersebut, maka akan terdapat beberapa kasus banjir. Untuk masing-masing kasus banjir diturunkan hidrograf satuannya. Hidrograf satuan yang dianggap dapat mewakili *catchment area* yang ditinjau adalah hidrograf satuan rerata yang diperoleh dari beberapa kasus banjir tersebut.

Di daerah yang data hidrologinya tidak tersedia untuk menurunkan hidrograf satuan, maka dibuatlah hidrograf satuan sintesis yang didasarkan pada karakteristik fisik dari *catchment area*. Metode *Nakayasu* adalah salah satu dari beberapa metode yang biasa digunakan dalam perhitungan hidrograf satuan sintesis ini. Hidrograf satuan sintesis *Nakayasu* dikembangkan berdasarkan beberapa sungai di Jepang. (Soemarto, 1999)

Penggunaan metode ini memerlukan beberapa karakteristik parameter daerah alirannya, seperti :

- a. Tenggang waktu dari permukaan hujan sampai puncak hidrograf (*time of peak*)
- b. Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time lag*)
- c. Tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograph*)

- d. Luas daerah aliran sungai
- e. Panjang alur sungai utama terpanjang  
(*length of the longest channel*)

Bentuk HSS *Nakayasu* dalam persamaan berikut ini :

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left( \frac{A \cdot Re}{0,3T_p + T_{0,3}} \right)$$

$$T_p = t_g + 0,8t_r$$

$$t_g = 0,4 + 0,058L = L > 15 \text{ km}$$

$$t_g = 0,21L^{0,7} = L < 15 \text{ km}$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g$$

$$t_r = 0,5t_g \text{ sampai } t_g$$

Dimana :

$Q_p$  debit puncak banjir (m<sup>3</sup>/dt)

$A$  luas *catchment area* (km<sup>2</sup>)

$Re$  curah hujan efektif (1 mm)

$T_p$  waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (jam)

$T_{0,3}$  waktu dari puncak banjir sampai 0,3 (30%) kali debit puncak (jam)

$T_g$  waktu konsentrasi

$T_r$  satuan waktu dari curah hujan (jam)

$\alpha$  koefisien karakteristik *catchment area* biasanya diambil dua

$L$  panjang sungai utama (km)

Bentuk hidrograf satuan oleh persamaan berikut :

1. Pada kurva naik ( $0 < t < T_p$ )

$$Q_t = Q_p \left( \frac{t}{T_p} \right)^2$$

2. Pada kurva turun ( $T_p < t < T_p + T_{0,3}$ )

$$Q_r = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}}$$

3. Pada kurva turun ( $T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_p$ )

$$Q_t = Q_p \times 0,3 \frac{[(t - T_p) + (0,5T_{0,3})]}{(1,5T_{0,3})}$$

4. Pada kurva turun ( $t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$ )

$$Q_t = Q_p \times 0,3 \frac{[(t - T_p) + (1,5T_{0,3})]}{2T_{0,3}}$$

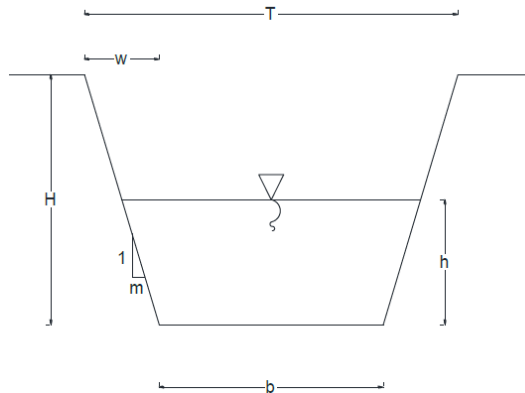
$$Q_p = 2,78 \frac{C_p \cdot A}{T_p}$$

## 2.6. Analisa Hidrolika

### 2.6.1. Perhitungan Kapasitas Saluran

Kapasitas pengaliran sungai dihitung berdasarkan Rumus Manning yang mana perhitungannya dibuatkan atas hasil pengukuran profil yaitu long section dan cross section sungai. Dalam proyek ini dihitung persegmen sungai dan hasil perhitungan dimasukkan ke dalam tabel.

Cara ini memungkinkan untuk mengevaluasi pengaruh masing-masing variable terhadap besarnya kecepatan. Bila dilakukan evaluasi semacam ini, kecepatan pada kondisi tertentu pada variable-variable sama dengan tingkat pengaruh setiap variable tersebut terhadap kecepatannya.





$$Q = A \times V$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$A = \frac{(T + B)}{2} \times h$$

$$P = B + h + h$$

Dimana :

Q = Debit aliran (m<sup>3</sup>/dt)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

n = Koefisien kekasaran manning

P = Keliling penampang basah (m)

A = Luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

R = Jari-jari hidrolis (m)

I = Kemiringan saluran

## 2.7. Besaran Debit Yang Melewati Pintu Air

Besarnya debit yang dialirkan melalui pintu air dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

- Bentuk Aliran Tenggelam (a)

$$Q = \mu \cdot b \cdot a \sqrt{2 g (h)}$$

- Bentuk Aliran Tak Tenggelam (b)

$$Q = \mu \cdot b \cdot a \sqrt{2 g y_1}$$

## 2.8. Analisa Pompa

Pompa air dibutuhkan apabila drainase dengan sistem gravitasi tidak memungkinkan, maka sistem pompa harus dipakai. Pompa air merupakan alat untuk menambah tenaga dari air, dengan tambahan tenaga yang dimaksud dinyatakan dalam tinggi tenaga atau tenaga per satuan berat air.

Perhitungan menggunakan hukum ketetapan energy

$$Z_1 + \frac{\rho_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + hp = Z_2 + \frac{\rho_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta h$$

Z	Jarak titik tinjau (datum) dengan satuan meter (m)
P	tekanan udara di permukaan air (atm)
Hp	tambahan tenaga per satuan berat air yang diberikan oleh pompa
$\Delta h$	kehilangan energy

Dengan persamaan tersebut dapat ditentukan besarnya daya pompa yang diperlukan untuk memompa air. Perumusan daya pompa yang dipakai :

$$D = Q \times hp \times \gamma$$

Dimana

D	daya pompa (hp)
Q	debit yang di alirkan m <sup>3</sup> /dt
$\gamma$	berat jenis zat cair
Hp	tambahan energy per satuan zat cair yang diberikan pompa

Dalam penentuan daya motor pompa, harus memperhitungkan bahwa daya motor pompa yang tersedia tidak dipergunakan seluruhnya, karena adanya tenaga yang hilang (efisiensi)

$$\eta = \frac{D_o}{D_i}$$

$\eta$	efisiensi motor, berkisar antara 0.8-0.9
D <sub>o</sub>	daya yang dapat dimanfaatkan (Hg)
D <sub>i</sub>	daya yang tersedia (Hg)

## 2.9. Analisa Kapasitas Tampungan

Penentuan kapasitas tampungan didasarkan atas tampungan terbesar yang terjadi setiap hari. Tampungan merupakan selisih antara jumlah air yang masuk dan yang keluar ditambah dengan evaporasi yang terjadi.

Untuk menentukan kapasitas tampungan boezem yang dapat mengatasi debit banjir maksimum, maka harus menganalisa tampungan yang terjadi setiap jam

dengan menggunakan metode penelusuran banjir melalui tampungan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Soemarto 1987:188):

$$\frac{I_1 + I_2}{2} \Delta t + \left( S_1 - \frac{Q_1}{2} \Delta t \right) = \left( S_2 - \frac{Q_2}{2} \Delta t \right)$$

Dengan :

S1,S2 volume tampungan (*storage*) pada boezem (m3)

I1,I2 debit yang masuk (*inflow*) ke boezem (m3/dt)

Q1,Q2 debit yang keluar (*outflow*) dari pintu boezem (m3/dt)

$\Delta t$  periode penelusuran, 1 jam(detik)

## 2.10. Operasi dan Pemeliharaan

Mengikuti acuan sesuai dengan “Tata Cara Perencanaan, Pelaksanaan, Operasi dan Pemeliharaan Sistem Pompa” Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya Tahun 2013 (Pekerjaan Umum, 2013) dan “Pedoman Operasi Dan Pemeliharaan Prasarana Dan Sarana Drainase Perkotaan” Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya tahun 2009 (Pekerjaan Umum, 2009)

## **BAB 3**

### **METODOLOGI**

Metodologi dalam mengevaluasi permasalahan ini yaitu dengan pendekatan survey, sedangkan menurut tingkat penjabarannya yaitu dari pendataan, pengamatan dan analisis sehingga menggambarkan bagaimana kinerja sistem drainase dan hal apa saja yang mempengaruhi kinerja nya.

#### **3.1. Pengumpulan Data**

Data-data yang diperlukan untuk penyusunan tugas akhir terapan ini antara lain :

- a. Peta sistem Drainase  
Digunakan untuk mengetahui catchment area, skema sistem jaringan, dan mengetahui arah aliran saluran
- b. Data curah hujan  
Data tersebut digunakan untuk mengetahui data hujan rata-rata tiap stasiun hujan yang kemudian diketahui data hujan maksimum
- c. Peta Lokasi  
Untuk mengetahui daerah stasiun hujan, catchment area, dan lokasi sistem drainase
- d. Data banjir yang sudah pernah terjadi
- e. Gambaran kondisi saluran saat ini meliputi potongan melintang, potongan memanjang, dan gambar situasi lapangan.
- f. Peta Situasi Bozem
- g. Data Pompa Banjir Bratang

#### **3.2. Identifikasi Masalah**

Mengidentifikasi masalah yang muncul akibat beberapa faktor penyebab banjir didaerah sistem Drainase tersebut.

1. Kinerja eksisting saluran
2. Upaya peningkatan kinerja sistem drainase
3. Keandalan Operasi dan Pemeliharaan sistem drainase

### **3.3. Pengidentifikasian Masalah**

#### **3.3.1. Analisa Tampungan Bozem**

Dari data-data yang diterima maka dapat dibuat perhitungan untuk menghendaki hasil yang diketahui.

Analisa Hidrologi data yang dimaksud:

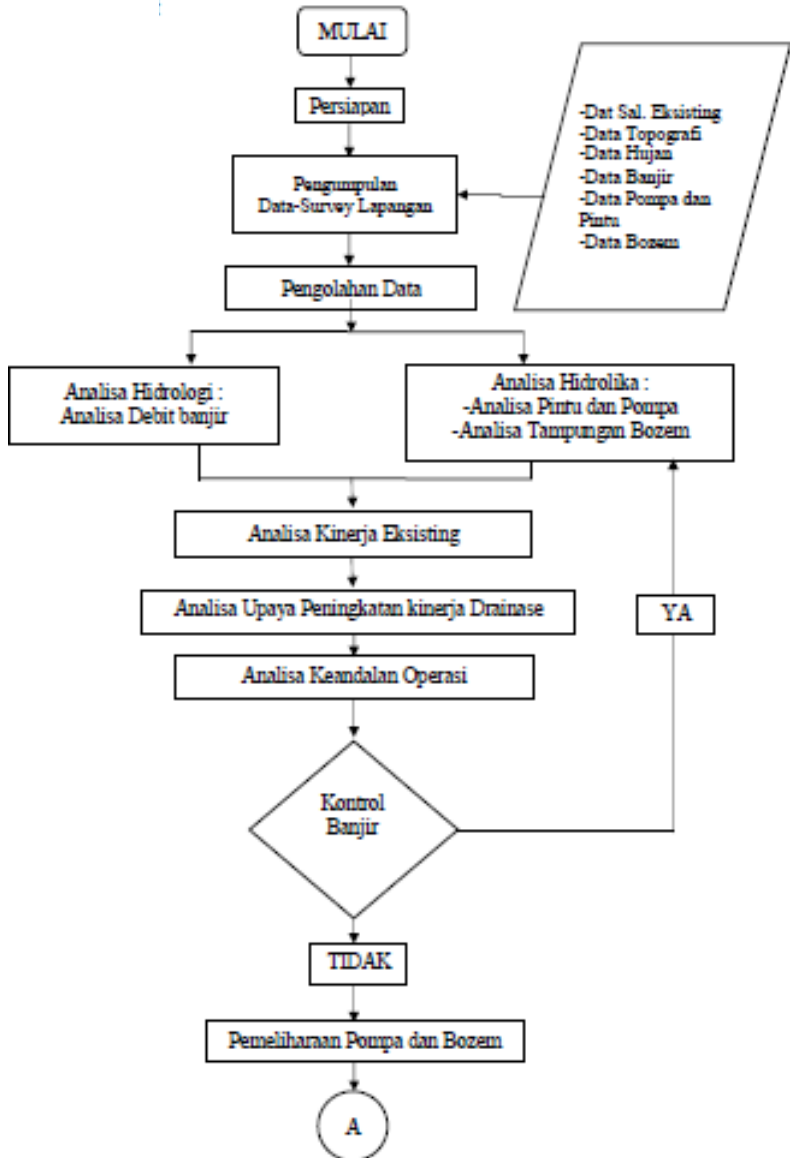
- a. Menghitung curah hujan rata-rata
- b. Menghitung tinggi hujan rencana
- c. Membuat hidrograf banjir
- d. Menghitung kapasitas tampungan

#### **3.3.2. Analisa Pintu dan Pompa**

Analisa Hidrolika

- a. Perhitungan debit inflow
- b. Perencanaan pintu dan kapasitas pompa

### 3.4. Flow Chart





### 3.5. Jadwal engerjaan Tugas Akhir

**Tabel 3. 1. Kegiatan Pengerjaan**

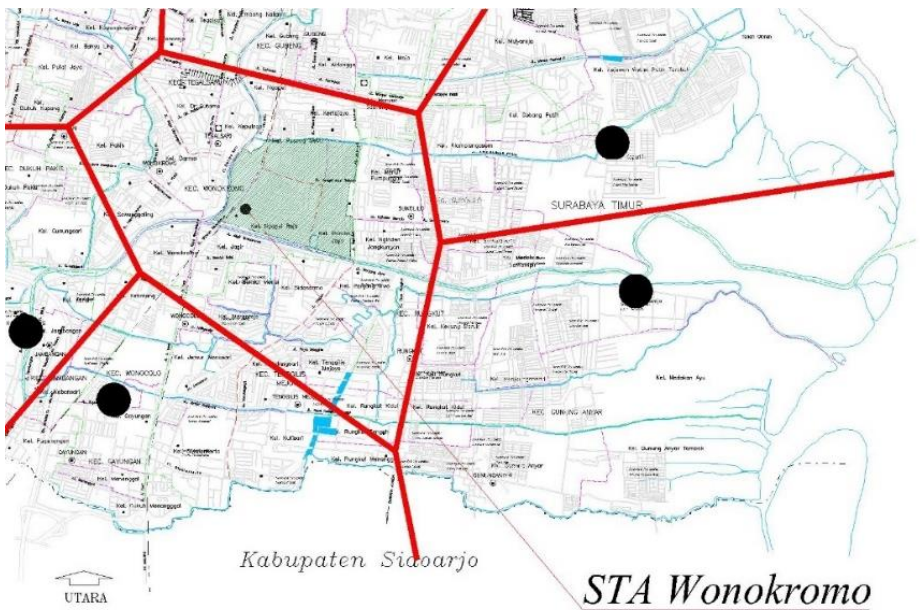
No.	Jenis Kegiatan	Bulan																											
		Desember				Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pembuatan Proposal	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2	Pengumpulan Data			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
3	Pembimbingan Tugas Akhir					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
4	Analisa Data					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
5	Evaluasi																												
6	Penyusunan Laporan																	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
7	Persiapan Ujian Akhir																					█	█	█	█	█	█	█	█
8	Ujian Akhir																									█	█	█	█

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Analisa Hidrologi

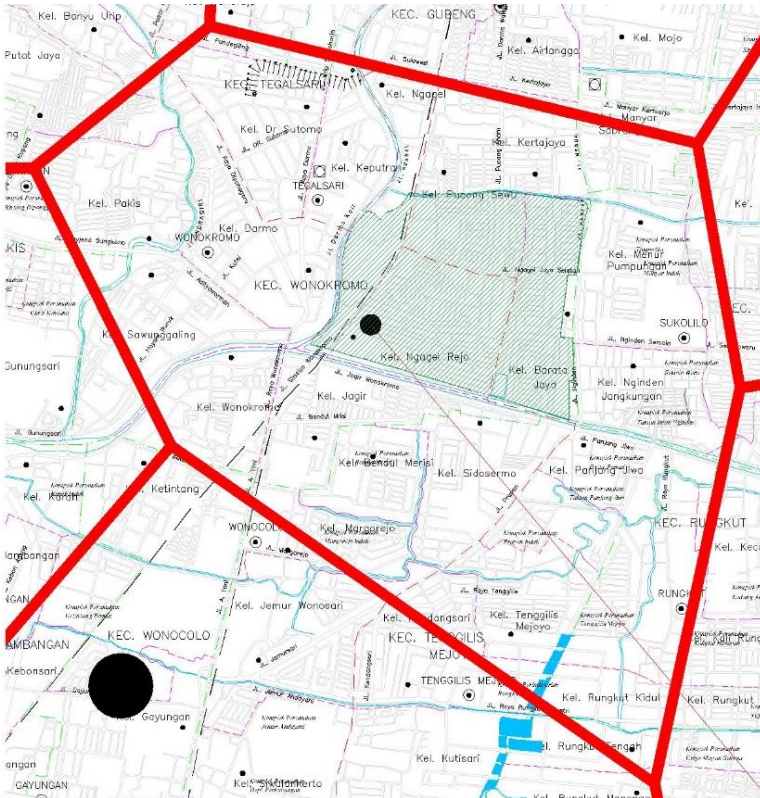
#### 4.1.1. Data Curah Hujan

Untuk analisa hidrologi dibutuhkan data hujan pada kawasan yang ditinjau sehingga memerlukan satu atau beberapa stasiun hujan. Ada 3 cara yang sering digunakan untuk mengubah data hujan tersebut. Cara-cara itu adalah Aritmatika, *Polygon Thiesen*, dan Ishoyet.



Gambar 4. 1. *Polygon Thiesen* (BAPPEKO, 2018b)





**Gambar 4. 2. Polygon Thiesen SCH Wonokromo dan Catchment Kali Sumo (BAPPEKO, 2018, b)**

Ditinjau dari stasiun hujan yang cukup, maka digunakan cara Polygon Thiesen untuk mencari stasiun yang berpengaruh di Kali Sumo. Kondisi topografi yang datar dengan luas DAS 3,55 km<sup>2</sup>. Data curah hujan selama 10 tahun (2008-2017) yang digunakan adalah data curah hujan dari stasiun pengamatan. Stasiun hujan yang berpengaruh yaitu Stasiun Wonokromo pada **Tabel 4.1 hal. 33**

**Tabel 4.1. Data Stasiun Hujan Wonokromo**

No	Tahun	Stasiun Hujan (mm)
		Wonokromo
1	2003	76
2	2004	92
3	2005	95
4	2006	100
5	2007	107
6	2008	81
7	2009	104
8	2010	110
9	2011	98
10	2012	106
11	2013	87
12	2014	83
13	2015	63
14	2016	108
15	2017	114

(Dinas PU Pengairan, 2018)

#### **4.1.2. Curah Hujan Rencana**

Curah hujan rencana digunakan untuk menghitung debit banjir setiap periode rencana yang ditentukan. Sesuai dengan kriteria klasifikasi saluran dan luasan daerah tangkapan, dalam analisis ini ditentukan periode ulang rencana. Periode ulang rencana ini akan menunjukkan tingkat layanan dari sistem drainase yang direncanakan. Dapat dilihat pada **Tabel 4. 2 hal. 34**

**Tabel 4. 2. Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata**

No	Tahun	Stasiun Hujan (mm)
		Wonokromo
1	2003	76
2	2004	92
3	2005	95
4	2006	100
5	2007	107
6	2008	81
7	2009	104
8	2010	110
9	2011	98
10	2012	106
11	2013	87
12	2014	83
13	2015	63
14	2016	108
15	2017	114
Jumlah		1424
CH maks		114
CH Min		63
CH Rata-Rata		94.9

*Sumber : Hasil Perhitungan*

#### **4.1.3. Analisa frekuensi**

Analisa frekuensi adalah analisa tentang pengulangan suatu kejadian untuk menentukan periode ulang berikut nilai probabilitasnya. Adapun distribusi yang dapat dipakai adalah

- a. Distribusi Normal
- b. Distribusi Gumbel
- c. Distribusi *Log Pearson Type III*

**Tabel 4. 3. Tabel perhitungan Distribusi Normal**

Tahun	CH	$(xi - \bar{x})$	$(xi - \bar{x})^2$	$(xi - \bar{x})^3$	$(xi - \bar{x})^4$
2003	76	-18.93	358.47	-6787.05	128501.54
2004	92	-2.93	8.60	-25.24	74.04
2005	95	0.07	0.00	0.00	0.00
2006	100	5.07	25.67	130.07	659.01
2007	107	12.07	145.60	1756.96	21200.65
2008	81	-13.93	194.14	-2704.99	37689.48
2009	104	9.07	82.20	745.32	6757.57
2010	110	15.07	227.00	3420.20	51531.02
2011	98	3.07	9.40	28.84	88.44
2012	106	11.07	122.47	1355.35	14999.17
2013	87	-7.93	62.94	-499.31	3961.16
2014	83	-11.93	142.40	-1699.36	20279.03
2015	63	-31.93	1019.74	-32563.63	1039865.14
2016	108	13.07	170.74	2230.97	29151.39
2017	114	19.07	363.54	6931.45	132159.72
Jumlah	1424		2932.93	-27680.41	1486917.35
Rata-Rata	94.93				

n = 15

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Dari Hasil perhitungan pada **Tabel 4. 3 hal. 35.** selanjutnya ditentukan jenis sebaran yang sesuai, dalam penentuan jenis sebaran diperlukan perhitungan sebagai berikut :

Untuk perhitungan deviasi standar dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$S = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^n (xi - \bar{X})^2}}{n - 1}$$

$$S = \frac{\sqrt{2932,93^2}}{15-1} S = 13,95$$

Koefisien Variasi (*Coefisien Variation*) :

$$Cv = \frac{Sr}{\bar{x}}$$

$$Cv = \frac{13,95}{94,93}$$

$$Cv = 0,15$$

Koefisien Kemencengan (*Coefisien Of Skewness*) :

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2) \times S^3} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3$$

$$Cs = \frac{15}{(15-1)(15-2) \times 13,95^3} \times (-27680,41)$$

$$Cs = -0,84$$

Koefisien Ketajaman (*Coefisien Of Kurtosis*) :

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3) \times S^4} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^4$$

$$Ck = \frac{15^2}{(15-1)(15-2)(15-3) \times 13,95^4} (1486917,35)$$

$$Ck = 4,05$$

**Tabel 4. 4. Tabel perhitungan Distribusi *Log Pearson Type III***

Tahun	CH	Log xi	Log (xi - $\bar{x}$ )	Log (xi - $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>	Log (xi - $\bar{x}$ ) <sup>3</sup>	Log(xi - $\bar{x}$ ) <sup>4</sup>
2003	76	1.88	-0.1027	0.0105	-0.0011	0.0001
2004	92	1.96	-0.0197	0.0004	0.0000	0.0000
2005	95	1.98	-0.0058	0.0000	0.0000	0.0000
2006	100	2.00	0.0165	0.0003	0.0000	0.0000
2007	107	2.03	0.0459	0.0021	0.0001	0.0000
2008	81	1.91	-0.0750	0.0056	-0.0004	0.0000
2009	104	2.02	0.0335	0.0011	0.0000	0.0000
2010	110	2.04	0.0579	0.0033	0.0002	0.0000
2011	98	1.99	0.0077	0.0001	0.0000	0.0000
2012	106	2.03	0.0418	0.0017	0.0001	0.0000
2013	87	1.94	-0.0440	0.0019	-0.0001	0.0000
2014	83	1.92	-0.0644	0.0042	-0.0003	0.0000
2015	63	1.80	-0.1842	0.0339	-0.0062	0.0012
2016	108	2.03	0.0499	0.0025	0.0001	0.0000
2017	114	2.06	0.0734	0.0054	0.0004	0.0000
jumlah	1424	19.84	-0.1693	0.0731	-0.0072	0.0014
rata-rata	178	1.98				

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Untuk perhitungan deviasi standar dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$s. \log x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log xi - \log x)^2}{(n - 1)}}$$

$$s. \log x = \sqrt{\frac{0,0731}{(15 - 1)}}$$

$$s. \log x = 0,07$$

Koefisien Variasi (*Coefisien Variation*) :

$$Cv = \frac{Sr}{\log x}$$

$$Cv = \frac{0,07}{1,98}$$

$$Cv = 0.04$$

Koefisien Kemencengan (*Coefisien Of Skewness*) :

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2) x S^3} \sum_{i=1}^n (\log xi - \overline{\log x})^3$$

$$Cs = \frac{15}{(15-1)(12-2) x 0,07^3} (-0.0072)$$

$$Cs = -1,6$$

Koefisien Ketajaman (*Coefisien Of Kurtosis*) :

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3) x S^4} \sum_{i=1}^n (\log xi - \overline{\log x})^4$$

$$Ck = \frac{15^2}{(15-1)(15-2)(15-3) x 0,07^4} (0.0014)$$

$$Ck = 5,17$$

#### 4.1.4. Pemilihan Jenis Distribusi

Dalam Statistik terdapat beberapa jenis sebaran (Distribusi), namun yang sering digunakan dalam hidrologi adalah :

1. Metode Distribusi Normal
2. Metode Distribusi Gumbel
3. Metode Distribusi Log Person III

Berikut adalah perbandingan syarat – syarat distribusi dan hasil perhitungan analisa frekuensi Curah Hujan. Lihat pada **Tabel 4. 4 hal. 37**

**Tabel 4. 5. Tabel syarat – syarat distribusi**

Distribusi	Syarat nilai	Perhitungan
Normal	$C_s = 0$	$C_s = -0,84$
	$C_k = 3$	$C_k = 4,05$
Gumbel	$C_s = 1,14$	$C_s = -0,84$
	$C_k = 5,4$	$C_k = 4,05$
Log pearson III	$C_s = \text{BEBAS}$	$C_s = -1,6$
	$C_k = \text{BEBAS}$	$C_k = 5,17$

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Berdasarkan **Tabel 4. 5 hal. 39**, maka dapat disimpulkan bahwa jenis distribusi yang memenuhi syarat yaitu Distribusi *Log Pearson Type III*.

#### 4.1.5. Uji Kecocokan Distribusi

Perhitungan uji kecocokan dengan menggunakan data hujan yang tersedia merupakan cara dalam menentukan distribusi yang dipakai. Perhitungan uji kecocokan harus dilakukan karena masing-masing perhitungan distribusi hujan memiliki sifat statistik yang berbeda-beda. Pemilihan distribusi yang tidak tepat mengakibatkan kesalahan perkiraan yang mungkin cukup besar baik *over estimated* maupun *under estimated*. Parameter uji kecocokan yang sering dipakai adalah metode Chi-Kuadrat dan metode Smirnov-Kolmogorov.

##### 4.1.5.1. Uji Chi – Kuadrat (*Chi Square*)

Uji Chi-Kuadrat untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang di analisis. Pengambilan keputusan uji ini disebut dengan Uji Chi-Kuadrat karena menggunakan parameter  $\chi^2$



Interpretasi hasilnya adalah:

- 1) Apabila peluang lebih dari 5%, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima;
- 2) Apabila peluang lebih kecil 1%, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima;
- 3) Apabila peluang berada diantara 1-5% adalah tidak mungkin mengambil keputusan, misla perlu tambah data.

1. Perhitungan Chi-Kuadrat untuk Ditribusi Gumbel:

$$\begin{aligned}
 \text{Banyaknya data} &= 15 \\
 \text{Jumlah Sub Kelompok} &= 1+1,37 \text{ Ln } 15 \\
 &= 4,71 \approx 5 \\
 \text{Taraf Signifikan} &= 5\% \\
 \text{Derajat Kebebasan} &= 5-2-1 = 2 \\
 \text{Menghitung batasan sub-grup} = \Delta x &= \left( \frac{X_{maks} - X_{min}}{G-1} \right) \\
 &= \left( \frac{114 - 63}{5 - 1} \right) \\
 &= 12,75 \\
 X_{awal} &= X_{min} - 0.5\Delta x \\
 &= 63 - \\
 &\quad (0.5 \times 12,75) \\
 &= 56,63 \\
 E_i &= \frac{N}{G} \\
 &= \frac{15}{5} \\
 &= 3 \\
 \text{Chi Kritis} &= 5,991
 \end{aligned}$$

**Tabel 4. 6. Tabel perhitungan Uji Chi-Kuadrat**

Tahun	CH	Tahun	xi ranks
2003	76	2017	114
2004	92	2010	110
2005	95	2016	108
2006	100	2007	107
2007	107	2012	106
2008	81	2009	104
2009	104	2006	100
2010	110	2011	98
2011	98	2005	95
2012	106	2004	92
2013	87	2013	87
2014	83	2014	83
2015	63	2008	81
2016	108	2003	76
2017	114	2015	63

Grup Kelas	Ei	Oi	(Oi-Ei)	(Oi-Ei) <sup>2</sup> /Ei	
56.63 < X ≤	69.38	3	1	-2	1.33
69.38 < X ≤	82.13	3	2	-1	0.33
82.13 < X ≤	94.88	3	3	0	0.00
94.88 < X ≤	107.63	3	6	3	3.00
107.63 < X ≤	120.38	3	3	0	0.00
		15			4.67

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Nilai Chi Kuadrat hitung	= 4,67
Derajat Kebebasan	= 1
Derajat signifiksn alpha	= 5%
Nilai Chi Teoritis	= 5,991

Dari perhitungan Chi Kuadrat untuk distribusi dengan metode *Gumbel*, diperoleh nilai Chi Kuadrat hitung = 4,67. Dengan derajat kebebasan (DK) = 2, dan derajat

signifikan  $\alpha = 5\%$ , maka diperoleh Chi Kuadrat teoritis 5,991 (sesuai pada tabel 4.10)

Perhitungan akan diterima apabila nilai Chi Kuadrat teoritis  $>$  nilai Chi Kuadrat hitung. Dari perhitungan diatas diperoleh nilai  $5,991 > 4,67$ , sehingga perhitungan diterima.

#### 4.1.5.2. Uji Smirnov Kolmogorov

Uji Smirnov Kolmogorov merupakan uji kecocokan non parameter, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi. Secara garis besar, prosedur smirnov Kolmogorov adalah sebagai berikut :

4. Data diurutkan dari yang paling besar ke yang paling kecil atau sebaliknya dan ditentukan peluang masing-masing data.

$$X_1 P(X_1)$$

$$X_2 P(X_2)$$

$$X_n P(X_n)$$

2. Menentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)

$$X_1 P(X_1)$$

$$X_2 P(X_2)$$

$$X_n P(X_n)$$

3. Dari kedua nilai peluang tersebut, dapat ditentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dan peluang teoritisnya ( $D_{max}$ )

$$D_{maks} = [P(X_m) - P(X_m)]$$

4. Bila  $D_{max} < D_0$  (nilai kritis Kolmogorov *Test*), maka distribusi yang dipakai untuk menentukan distribusinya dapat diterima.

- Uji Smirnov – Kolmogorov

Diketahui pada tabel :

$$N = 15$$

$$\bar{X} = 94,93 \text{ mm}$$

$$Sr = 13,95$$

Dimana :

$$N = \text{Jumlah data Hujan}$$

$$Sn = \text{Standart Deviasi}$$

$$\bar{X} = \text{Curah Hujan rata – rata (mm)}$$

$$X = \text{Curah Hujan (mm)}$$

Sehingga bisa dihitung :

$$\text{Pada } m = 1$$

$$\begin{aligned} P(x) &= \frac{m}{n+1} \\ &= \frac{1}{15+1} \\ &= 0,06 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(x<) &= 1 - P(x) \\ &= 1 - 0,06 \\ &= 0,94 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F(t) &= \frac{(xi - \bar{X})}{Sr} \\ &= \frac{(19,07)}{0,07} \\ &= 1,37 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P'(x<) &= \text{di dapat pada tabel wilayah Luas di} \\ &\text{bawah kurva Normal} \\ &= 0,915 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P'(x) &= 1 - P'(x<) \\ &= 1 - 0,915 \\ &= 0,09 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Dx &= P(x) - P'(x) \\ &= 0,09 - 0,15 \\ &= -0,02 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan selengkanya dapat dilihat pada **Tabel 4. 7 hal. 44**

**Tabel 4. 7. Tabel Uji Smirnov-Kolmogorov**

m	Xi	Xi-X	P(xi)	P(xi<)	f(t)	P'(xi)	P'(xi<)	D
1	114.00	19.07	0.06	0.94	1.37	0.09	0.91	-0.02
2	110.00	15.07	0.13	0.88	1.08	0.14	0.86	-0.02
3	108.00	13.07	0.19	0.81	0.94	0.17	0.83	0.01
4	107.00	12.07	0.25	0.75	0.87	0.19	0.81	0.06
5	106.00	11.07	0.31	0.69	0.79	0.21	0.79	0.10
6	104.00	9.07	0.38	0.63	0.65	0.26	0.74	0.12
7	100.00	5.07	0.44	0.56	0.36	0.34	0.66	0.09
8	98.00	3.07	0.50	0.50	0.22	0.41	0.59	0.09
9	95.00	0.07	0.56	0.44	0.00	0.50	0.50	0.06
10	92.00	-2.93	0.63	0.38	-0.21	0.58	0.42	0.04
11	87.00	-7.93	0.69	0.31	-0.57	0.72	0.28	-0.03
12	83.00	-11.93	0.75	0.25	-0.86	0.81	0.19	-0.06
13	81.00	-13.93	0.81	0.19	-1.00	0.84	0.16	-0.03
14	76.00	-18.93	0.88	0.13	-1.36	0.91	0.09	-0.04
15	63.00	-31.93	0.94	0.06	-2.29	0.99	0.01	-0.05
							D max	0.117

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Dari perhitungan nilai D pada Tabel, menunjukkan nilai  $D_{max} = 0,117$ , data pada peringkat  $m= 6$ . Dengan menggunakan data pada Tabel untuk derajat kepercayaan 5 %, maka diperoleh  $D_0 = 0,34$ . Karena nilai  $D_{max} = 0,117 < D_0$  kritis = 0,34 , maka persamaan distribusi *Gumbel* yang diperoleh dapat diterima.

Sehingga dari perhitungan uji kecocokan didapatkan perbandingan nilai chi – Kuadrat dan nilai *Smirnov – kolmogorov* yang kemudian akan dipakai pada perhitungan Curah Hujan rencana. Lihat pada **Tabel 4. 8 hal. 45**

**Tabel 4. 8. Tabel perbandingan uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov**

Jenis Distribusi	Uji Chi - Kuadrat	Uji Smirnov - Kolmogorov
<i>Log Pearson Type III</i>	4.67 < 5.990 Diterima	0.117 < 0.34 Diterima

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Dari **Tabel 4. 8 hal. 45** menunjukkan bahwa nilai Chi – kuadrat dan nilai Smirnov – kolmogorov yang adalah distribusi Log Pearson Type III, sehingga untuk menghitung Curah hujan rencana menggunakan metode distribusi Log Pearson Type III.

#### 4.1.6. Perhitungan Curah Hujan Rencana

Hujan rencana adalah hujan tahunan terbesar dengan peluang tertentu yang mungkin terjadi di suatu daerah. Dari hasil uji distribusi yang digunakan, maka untuk menghitung curah hujan menggunakan metode distribusi Gumbel.

Diketahui pada tabel 4.3 :

$$N = 15$$

$$\bar{X} = 94,93 \text{ mm}$$

$$S_r = 13,95$$

$$Y_n = 0.5128 \text{ (di dapat pada Tabel 2.2 hal. 13)}$$

$$S_n = 1,0206$$

##### 4.1.6.1. Curah Hujan rencana

Selanjutnya nilai K dapat dicari dengan menggunakan Tabel Cs. Distribusi Log Pearson Type III.

**Tabel 4. 9. Tabel hasil curah hujan rencana**

Periode Ulang	s	Log xi	K	Log R	R (mm)
2	0.07	1.98	0.256	2.00	100.47
5	0.07	1.98	0.817	2.04	110.30
10	0.07	1.98	0.994	2.06	113.60

*Sumber : Hasil Perhitungan*

- Periode ulang 2 Tahun :
  - Log R<sub>2</sub> = Log X + (k.S)
  - Log R<sub>2</sub> = 1,98 + (0,256 . 0,07)
  - Log R<sub>2</sub> = 2,00
  - R<sub>2</sub> = 100,47 mm
- Periode ulang 5 Tahun :
  - Log R<sub>5</sub> = Log X + (k.S)
  - Log R<sub>5</sub> = 1,98 + (0,817 . 0,07)
  - Log R<sub>5</sub> = 2,04
  - R<sub>5</sub> = 110,30 mm
- Periode ulang 10 Tahun :
  - Log R<sub>10</sub> = Log X + (k.S)
  - Log R<sub>10</sub> = 1,98 + (0,994 . 0,07)
  - Log R<sub>10</sub> = 2,06
  - R<sub>10</sub> = 113,60 mm
- Untuk saluran sekunder menggunakan periode ulang 5 tahun
- Untuk saluran primer menggunakan periode ulang 5 tahun dan 10 tahun

#### 4.1.7. Intensitas Hujan

Waktu curah hujan sangat mempengaruhi besar kecilnya intensitas hujan karena besarnya intensitas hujan yang berbeda-beda. Untuk menghitung intensitas hujan dapat menggunakan rumus *Mononobe*, sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

Dimana:

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

R<sub>24</sub> = Curah hujan harian rata-rata pada periode ulang tertentu (mm)

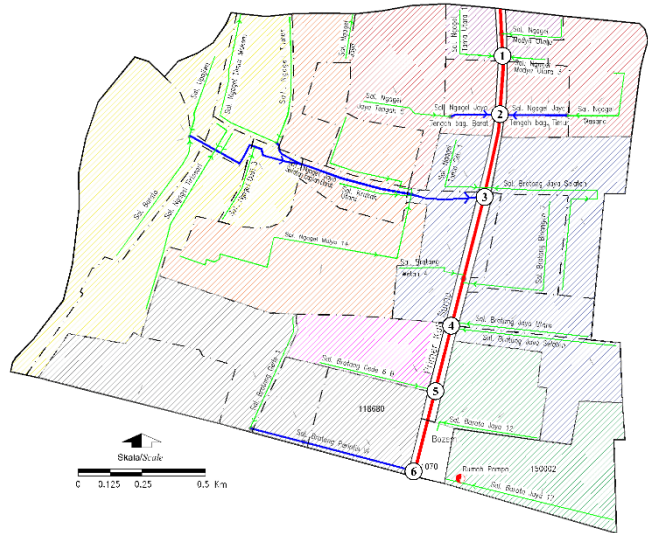
##### 4.1.7.1. Analisa Konsentrasi Waktu

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir ke saluran dari titik terjauh suatu

lahan. Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus:

$$t_c = t_0 + t_f$$

Contoh perhitungan konsentrasi waktu adalah sebagai berikut:



**Gambar 4. 3. Pembagian titik perhitungan waktu konsentrasi ( $t_c$ )**

- Perhitungan  $t_0$

$$t_0 = 0,0195 \left( \frac{L_0}{\sqrt{S_0}} \right)^{0,77}$$

$$t_0 = 0,0195 \left( \frac{455,8}{\sqrt{0,0004}} \right)^{0,77}$$

$$t_0 = 44,2 \text{ menit} = 0,74 \text{ jam}$$



Dimana :

$t_0$  = Waktu air mengalir sampai ke saluran

$L_0$  = Jarak titik terjauh lahan terhadap saluran (m)

$S_0$  = Kemiringan rata-rata ke saluran yang ditinjau

**Tabel 4. 10. Perhitungan  $t_0$  untuk Saluran Sekunder**

No	Nama Saluran	L0	S0 Lahan	t0
		m		jam
A	Saluran Sekunder			
1	Sal. Ngagel Jaya Tengah Bag. Timur	455.8	0.0004	0.74
2	Sal. Ngagel Jaya Tengah Bag. Barat	547.4	0.00045	0.81
3	Sal. Ngagel Jaya Selatan Bag. Barat			
a	Titik 1	1160.8	0.0023	0.77
b	Titik 2	1046.3	0.0014	0.86
4	Sal. Bratang Perintis VI	855.8	0.0032	0.54

*Sumber : Hasil Perhitungan*

**Tabel 4. 11. Perhitungan  $t_0$  untuk Saluran Primer**

No	Nama Saluran	L0	S0	t0
		m	m	jam
B	Saluran Primer			
1	Sal. Kali Sumo			
a	Titik 1	305.4	0.004	0.22
b	Titik 2	334.5	0.0005	0.53
c	Titik 3	1029.1	0.0006	1.18
d	Titik 4	616.7	0.0031	0.42
e	Titik 5	678.2	0.00024	1.22
	Titik 6	755.7	0.00117	0.72

*Sumber : Hasil Perhitungan*

- Perhitungan  $t_f$

$$t_f = \frac{L}{V}$$

$$t_f = \frac{266}{0,658}$$

$$t_f = 403,64 \text{ s}$$

$$t_f = \frac{403,64}{3600} = 0,11 \text{ jam}$$

Dimana :

L = Panjang saluran yang ditinjau (m)

V = Kecepatan Aliran (m/s)

$t_f$  = Lama aliran dalam saluran (jam)

**Tabel 4. 12. Tabel perhitungan  $t_f$  untuk saluran sekunder**

No	Nama Saluran	L	V	tf
		m	m/s	jam
A	Saluran Sekunder			
1	Sal. Ngagel Jaya Tengah Bag. Timur	266	0.658	0.11
2	Sal. Ngagel Jaya Tengah Bag. Barat	185	0.707	0.07
3	Sal. Ngagel Jaya Selatan Bag. Barat			
a	Titik 1	538	1.42	0.11
b	Titik 2	446	1.881	0.07
4	Sal. Bratang Perintis VI	662	1.381	0.13

*Sumber : Hasil Perhitungan*

**Tabel 4. 13. Tabel perhitungan  $t_f$  untuk saluran sekunder**

No	Nama Saluran	L	V	tf
		m	m/s	jam
B	Saluran Primer			
1	Sal. Kali Sumo			
a	Titik 1	187	2.622	0.02
b	Titik 2	228	0.753	0.08
c	Titik 3	327	0.881	0.10
d	Titik 4	522	0.554	0.26
e	Titik 5	261	2.228	0.03
f	Titik 6	329	1.256	0.07

*Sumber : Hasil Perhitungan*

- Perhitungan  $t_c$

$$t_c = t_0 + t_f$$

$$t_c = 0,74 \text{ jam} + 0,11 \text{ jam}$$

$$t_c = 0,85 \text{ jam}$$

Dimana :

$t_0$  = Waktu air mengalir sampai ke saluran

$t_f$  = Lama aliran dalam saluran (jam)

$t_c$  = Waktu Konsentrasi (jam)

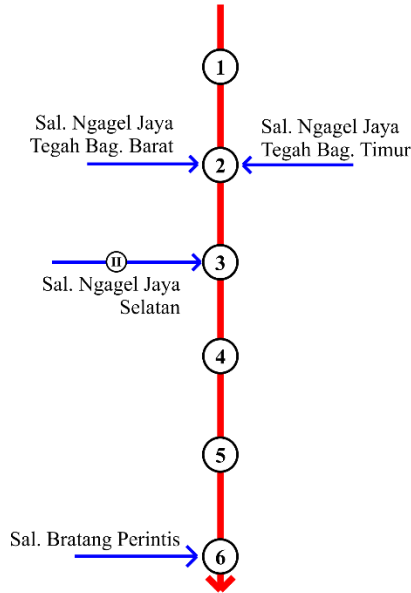
Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada  
**Tabel 4. 14 hal. 50**

**Tabel 4. 14. Tabel perhitungan  $t_c$  untuk saluran sekunder**

No	Nama Saluran	t0	tf	tc
		jam	jam	jam
A	Saluran Sekunder			
1	Sal. Ngagel Jaya Tengah Bag. Timur	0.74	0.11	0.85
2	Sal. Ngagel Jaya Tengah Bag. Barat	0.81	0.07	0.88
3	Sal. Ngagel Jaya Selatan Bag. Barat			0.00
a	Titik 1	0.77	0.11	0.88
b	Titik 2	0.86	0.07	0.93
4	Sal. Bratang Perintis VI	0.54	0.13	0.67

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Perhitungan  $T_c$  Primer di saluran Primer Kali Sumo yang digunakan untuk perhitungan intensitas, yaitu dengan membandingkan nilai  $T_c$  yang keluar dari saluran sebelumnya dengan saluran yang ditinjau. Skema jaringan untuk mencari nilai  $T_c$  dapat dilihat pada **Gambar 4. 4 hal. 51**



**Gambar 4. 4. Skema jaringan drainase Kali Sumo**

Perhitungan  $T_c$  saluran Primer Kali Sumo:

$$t_c 1 = t_0 1 + t_f 1 \text{ di titik 1}$$

$$t_c 2 = t_c 1 + t_f 2 \text{ di titik 2}$$

$$t_c 3 = t_c 2maks + t_f 3 \text{ di titik 3}$$

( $t_c 2maks$  diambil  $t_c$  yang paling besar dari saluran titik 2 dan saluran Ngagel Jaya Tengah bag Barat dan Timur)

$$t_c 4 = t_c 3 maks + t_f 4 \text{ di titik 4}$$

( $t_c 3 maks$  diambil  $t_c$  yang paling besar dari saluran titik 3 dan saluran Ngagel Jaya Selatan)

$$t_c 5 = t_c 4 + t_f 5 \text{ di titik 5}$$

$$t_c 6 = t_c 4 + t_f 6 \text{ di titik 6}$$

Sehingga didapat hasil perhitungan pada **Tabel 4. 15 hal. 52**

**Tabel 4. 15. Tabel perhitungan  $t_c$  untuk saluran primer**

No	Nama Saluran	tf	tc
		jam	jam
B	Saluran Primer		
1	Sal. Kali Sumo		
	a Titik 1	0.020	0.24
	b Titik 2	0.084	0.33
	c Titik 3	0.103	0.99
	d Titik 4	0.262	1.19
	e Titik 5	0.033	1.22
	f Titik 6	0.073	1.30

*Sumber : Hasil Perhitungan*

#### 4.1.7.2. Perhitungan Intensitas Hujan

Waktu curah hujan sangat mempengaruhi besar kecilnya intensitas hujan. karena data yang tersedia hanya data curah hujan harian saja. maka perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe, yaitu:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

Dimana:

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

R<sub>24</sub> = Curah Hujan Efektif dalam 1 jam

$t_c$  = Waktu Konsentrasi (jam)

Berikut perhitungan Intensitas Hujan saluran sekunder dan saluran primer dengan periode ulang tertentu :

##### a. Intensitas Hujan Saluran Sekunder

Untuk menghitung intensitas hujan pada saluran sekunder menggunakan curah hujan maksimum periode ulang 5 tahun metode Log

Person Type III. Intensitas hujan 5 tahun digunakan untuk mengetahui debit rencana 5 tahun yang digunakan untuk mendesain saluran sekunder drainase.

Contoh perhitungan Intensitas Hujan di Saluran Ngagel Jaya Tengah Bag. Timur dengan  $R_5 = 110,30$  mm

$$I_5 = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

$$I_5 = \frac{110,3}{24} \cdot \left(\frac{24}{0,85 \text{ jam}}\right)^{2/3}$$

$$I_5 = 42,65 \text{ mm/jam}$$

Untuk hasil Intensitas Hujan Saluran Sekunder dengan Periode Ulang 5 tahun dapat dilihat pada **Tabel 4. 16 hal. 53**

**Tabel 4. 16. Tabel perhitungan Intensitas Hujan (I) 5 tahun untuk saluran Sekunder**

No	Nama Saluran	R24	tc	I
		mm	jam	mm/jam
A	Saluran Sekunder			
	Sal. Ngagel Jaya Tengah			
1	Bag. Timur	110.30	0.85	42.65
	Sal. Ngagel Jaya Tengah			
2	Bag. Barat	110.30	0.88	41.53
	Sal. Ngagel Jaya Selatan			
3	Bag. Barat			
a	Titik 1	110.30	0.88	41.74
b	Titik 2	110.30	0.93	40.18
4	Sal. Bratang Perintis VI	110.30	0.67	49.91

*Sumber : Hasil Perhitungan*

b. Intensitas Hujan Saluran Primer

Untuk menghitung intensitas hujan pada saluran Primer menggunakan curah hujan maksimum periode ulang 5 tahun dan 10 tahun

metode Log Person Type III. Intensitas hujan 5 tahun dan 10 tahun digunakan untuk mengetahui debit rencana 5 tahun dan 10 tahun yang digunakan untuk mendesain saluran primer drainase.

Contoh perhitungan Intensitas Hujan di Saluran kali Sumo Titik 1 dengan  $R_5 = 110,30$  mm dan  $R_{10} = 113,60$  mm

$$I_5 = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

$$I_5 = \frac{110,3}{24} \cdot \left(\frac{24}{0,24 \text{ jam}}\right)^{2/3}$$

$$I_5 = 98,23 \text{ mm/jam}$$

$$I_{10} = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

$$I_{10} = \frac{113,60}{24} \cdot \left(\frac{24}{0,24 \text{ jam}}\right)^{2/3}$$

$$I_{10} = 101,17 \text{ mm/jam}$$

Untuk hasil Intensitas Hujan Saluran Primer dengan periode ulang 5 tahun dan 10 tahun dapat dilihat pada table

**Tabel 4. 17. Tabel perhitungan Intensitas Hujan (I) 5 tahun untuk saluran primer**

No	Nama Saluran	R24	tc	I5
		mm	jam	mm/jam
B	Saluran Primer			
1	Sal. Kali Sumo			
a	Titik 1	110.30	0.24	98.23
b	Titik 2	110.30	0.33	80.57
c	Titik 3	110.30	0.99	38.59
d	Titik 4	110.30	1.19	34.05
e	Titik 5	110.30	1.22	33.44
f	Titik 6	110.30	1.30	32.18

Sumber : Hasil Perhitungan

**Tabel 4. 18. Tabel perhitungan Intensitas Hujan (I) 10 tahun untuk saluran primer**

No	Nama Saluran	R24	tc	I10
		mm	jam	mm/jam
B	Saluran Primer			
1	Sal. Kali Sumo			
a	Titik 1	113.60	0.24	101.17
b	Titik 2	113.60	0.33	82.98
c	Titik 3	113.60	0.99	39.74
d	Titik 4	113.60	1.19	35.07
e	Titik 5	113.60	1.22	34.44
f	Titik 6	113.60	1.30	33.14

*Sumber : Hasil Perhitungan*

#### 4.1.8. Menghitung Debit Rencana

Ada dua metode yang akan digunakan untuk menghitung debit banjir rencana, yaitu :

- a. Metode Rasional
- b. Metode Empiris

##### 4.1.8.1. Metode Rasional

- a. Saluran Sekunder

Berikut ini adalah contoh perhitungan debit rencana saluran sekunder Saluran Ngagel Jaya tengah Bag. Timur dengan menggunakan rumus

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot \beta \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dimana :

Q = Debit rencana ( $m^3/s$ )

C = Koefisien Pengaliran

A = Luas DAS ( $Km^2$ )

I = Intensitas Hujan Periode Tertentu (mm/jam)

Sehingga

$$Q_5 = \frac{1}{3,6} \cdot \beta \cdot C \cdot I \cdot A$$



$$Q_5 = \frac{1}{3,6} \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 42,65 \frac{mm}{jam} \cdot 0,21 km^2$$

$$Q_5 = 1,61 m^3/s$$

Untuk debit rencana saluran sekunder periode ulang 5 tahun dapat dilihat pada tabel dan saluran primer periode ulang 5 tahun dan 10 tahun dapat dilihat pada **Tabel 4. 21 hal. 57, Tabel 4. 22 hal. 58, Tabel 4. 23 hal. 58.**

**Tabel 4. 19. Koefisien pengaliran (C) tiap sub das**

No.	Nama Sub Das	Tata Guna Lahan	Luas Lahan km2	C x A	Luas Sub Das km2	C gab
1	Titik 1	Pemukiman	0.081	0.0486	0.081	0.6
2	Sal. Ngagel Jaya Tengah Bag. Timur	Pemukiman	0.105	0.0627	0.209	0.65
		Perdagangan	0.105	0.07315		
3	Sal. Ngagel Jaya Tengah Bag. Barat	Pemukiman	0.186	0.1116	0.248	0.625
		Perdagangan	0.062	0.0434		
4	Sal. Ngagel Jaya Selatan Bag. Barat Titik 1	Pemukiman	0.263	0.1575	0.75	0.625
		Perdagangan	0.375	0.2625		
		RTH	0.075	0.01875		
		Industri	0.038	0.03		
5	Sal. Ngagel Jaya Selatan Bag. Barat Titik 2	Pemukiman	0.4425	0.2655	0.59	0.635
		Perdagangan	0.0885	0.06195		
		Industri	0.059	0.0472		
6	Sal. Bratang Perintis	Pemukiman	0.2915	0.1749	0.53	0.6525
		Perdagangan	0.053	0.0371		
		RTH	0.0265	0.006625		
		Industri	0.159	0.1272		
7	Titik 2	Pemukiman	0.2742	0.16452	0.457	0.64
		Perdagangan	0.1828	0.12796		

*Sumber : Hasil Perhitungan*

**Tabel 4. 20. Lanjutan koefisien pengaliran (C) tiap sub das**

No.	Nama Sub Das	Tata Guna Lahan	Luas Lahan	C x A	Luas Sub Das	C gab
			km <sup>2</sup>		km <sup>2</sup>	
8	Titik 3	Pemukiman	1.2588	0.75528	2.098	0.6225
		Perdagangan	0.6294	0.44058		
		RTH	0.1049	0.026225		
		Industri	0.1049	0.08392		
9	Titik 4	Pemukiman	1.5168	0.91008	2.528	0.6225
		Perdagangan	0.7584	0.53088		
		RTH	0.1264	0.0316		
		Industri	0.1264	0.10112		
10	Titik 5	Pemukiman	1.5948	0.95688	2.658	0.6225
		Perdagangan	0.7974	0.55818		
		RTH	0.1329	0.033225		
		Industri	0.1329	0.10632		
11	Titik 6	Pemukiman	2.1168	1.27008	3.528	0.6225
		Perdagangan	1.0584	0.74088		
		RTH	0.1764	0.0441		
		Industri	0.1764	0.14112		

*Sumber : Hasil Perhitungan*

**Tabel 4. 21. Tabel perhitungan debit (Q) untuk saluran sekunder**

No	Nama Saluran	A	I	C	Q
		km <sup>2</sup>	mm/jam		m <sup>3</sup> /s
A	Saluran Sekunder				
1	Sal. Ngagel Jaya Tengah Bag. Timur	0.21	42.65	0.65	1.61
2	Sal. Ngagel Jaya Tengah Bag. Barat	0.25	41.53	0.63	1.79
3	Sal. Ngagel Jaya Selatan Bag. Barat				
a	Titik 1	0.75	41.74	0.63	5.43
b	Titik 2	0.59	40.18	0.64	4.18
4	Sal. Bratang Perintis VI	0.53	49.91	0.65	4.79

*Sumber : Hasil Perhitungan*

**Tabel 4. 22. Tabel perhitungan debit 5 tahun (Q5) untuk saluran Primer**

No	Nama Saluran	A	I	C	Q5
		km <sup>2</sup>	mm/jam		m <sup>3</sup> /s
B	Saluran Primer				
1	Sal. Kali Sumo				
a	Titik 1	0.08	98.23	0.60	1.33
b	Titik 2	0.46	80.57	0.64	6.55
c	Titik 3	2.10	38.59	0.62	14.00
d	Titik 4	2.53	34.05	0.62	14.88
e	Titik 5	2.66	33.44	0.62	15.37
f	Titik 6	3.53	32.18	0.62	19.63

*Sumber : Hasil Perhitungan*

**Tabel 4. 23. Tabel perhitungan debit 10 tahun (Q10) untuk saluran Primer**

No	Nama Saluran	A	I	C	Q10
		km <sup>2</sup>	mm/jam		m <sup>3</sup> /s
B	Saluran Primer				
1	Sal. Kali Sumo				
a	Titik 1	0.08	101.17	0.60	1.37
b	Titik 2	0.46	82.98	0.64	6.74
c	Titik 3	2.10	39.74	0.62	14.42
d	Titik 4	2.53	35.07	0.62	15.33
e	Titik 5	2.66	34.44	0.62	15.83
f	Titik 6	3.53	33.14	0.62	20.22

*Sumber : Hasil Perhitungan*

#### 4.1.8.2. Metode Empiris

Metode ini sama dengan metode rasional, tetapi hubungan antara debit dan intensitas hujan diturunkan menurut persamaan matematis. Metode empiris yang akan digunakan yaitu Unit Hidrograf Nakayasu.

Dalam perhitungan hidrograf nakayasu digunakan perhitungan sebagai berikut:

### 1. Distribusi Hujan Jam – Jaman.

Karena tidak tersedianya data mengenai pola pembagian hujan yang diselidiki di stasiun penakar hujan, maka dari data hujan yang diambil asumsi bahwa hujan harian yang terjadi selama 5 (lima) jam setiap hari. Rata-rata hujan sampai jam ke T dihitung dengan rumus

$$Rt = \frac{R24}{T} \times \left(\frac{T}{t}\right)^{2/3}$$

Maka :

- $Rt_1 = \frac{R24}{5} \times \left(\frac{5}{1}\right)^{2/3} = 0,585 R24$
- $Rt_2 = \frac{R24}{5} \times \left(\frac{5}{2}\right)^{2/3} = 0,368 R24$
- $Rt_3 = \frac{R24}{5} \times \left(\frac{5}{3}\right)^{2/3} = 0,281 R24$
- $Rt_4 = \frac{R24}{5} \times \left(\frac{5}{4}\right)^{2/3} = 0,232 R24$
- $Rt_5 = \frac{R24}{5} \times \left(\frac{5}{5}\right)^{2/3} = 0,200 R24$

Unruk menghitung curah hujan pada jam e T menggunakan rumus

$$R_T = t Rt - (t - 1) R_{(t-1)}$$

Maka diperoleh :

- $R_{T1} = 1 \times 0,585 R_{24} - 0 \times 0 = 0,585R_{24}$
- $R_{T2} = 2 \times 0,368 R_{24} - 1 \times 0,585 R_{24} = 0,151R_{24}$
- $R_{T3} = 3 \times 0,281 R_{24} - 2 \times 0,368 R_{24} = 0,107R_{24}$
- $R_{T4} = 4 \times 0,232 R_{24} - 3 \times 0,281 R_{24} = 0,085R_{24}$
- $R_{T5} = 5 \times 0,200 R_{24} - 4 \times 0,232 R_{24} = 0,072R_{24}$

Setelah pola distribusi hujan jam-jaman yang terjadi diketahui, maka distribusi hujan jam-jaman untuk berbagai periode ulang tertentu dapat ditentukan dengan cara menghitung hujan efektif terlebih dahulu.

b. Perhitungan Tinggi Hujan Efektif

Besarnya curah hujan efektif dinyatakan dalam rumus

$$Reff = C \times Xt$$

Maka besarnya curah hujan efektif dinyatakan dari perhitungan sebagai berikut

Diketahui:

- Koefisien Pengaliran (C) = 0,623
- Curah Hujan Rencana (Xt) = 113,60 mm (T = 10 tahun)

Maka curah hujan efektif adalah

$$Reff = C \times Xt$$

$$Reff = 0,623 \times 110,60 \text{ mm}$$

$$Reff = 70,71 \text{ mm}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada **Tabel 4. 24 hal. 60**

**Tabel 4. 24. Tabel perhitungan curah hujan efektif**

Periode Ulang (T)	(Xt) (mm)	C	(Ref) (mm)
2	100.43		62.52
5	110.30	0.623	68.66
10	113.60		70.71

*Sumber : Hasil Perhitungan*

c. Hujan Jam-jaman

Waktu hujan ke – 1

$$\text{Periode ulang 10 tahun } R_{24} = 70,71 \text{ mm}$$

$$\text{Rasio } (R_{T1}) = 0,585$$

$$\begin{aligned} \text{Hujan Jam – jaman} &= R_{T1} \times R_{24} \\ &= 0,585 \times 70,71 \text{ mm} \\ &= 41,35 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4. 25. Tabel perhitungan hujan jam-jaman **Tabel 4. 25 hal. 61**

**Tabel 4. 25. Tabel perhitungan hujan jam-jaman**

t (jam)	Rasio (Rt) (%)	Curah Hujan jam-jaman (mm)		
		2th	5th	10th
1	0.585	36.56	40.15	41.35
2	0.152	9.50	10.44	10.75
3	0.107	6.67	7.32	7.54
4	0.085	5.31	5.83	6.00
5	0.072	4.48	4.92	5.07

*Sumber : Hasil Perhitungan*

d. Perhitungan Hidrograf Nakayasu

Saluran Primer Kali Sumo

Panjang Sungai (L) = 1,854 km

Luas DAS = 3,528 km<sup>2</sup>

Koefisien Pengaliran (C) = 0,623

Hujan Satuan (R<sub>o</sub>) = 1 mm

$\alpha$  = 3,411

$$\alpha = 3,604 \times \frac{A^{0,215}}{L^{0,528}}$$

$$\alpha = 3,604 \times \frac{3,528^{0,215}}{1,854^{0,528}}$$

$$\alpha = 3,411$$

- 1) Tenggang waktu antara mulai hujan sampai debit puncak (tg) dikarenakan L < 15 km, maka :

$$Tg = 0,21 \times L^{0,7} \text{ untuk } L < 15 \text{ km}$$

$$= 0,21 \times 1,868^{0,7}$$

$$= 0,324 \text{ jam}$$

- 2) Satuan waktu hujan ( $t_r$ ) karena  $0 < t_r < 1$ , maka diasumsikan  $t_r = 0,75t_g$
- $$\begin{aligned} T_r &= 0,75 T_g \\ &= 0,75 \times 0,324 \\ &= 0,243 \text{ jam} \end{aligned}$$
- 3) Waktu awal hujan sampai puncak banjir
- $$\begin{aligned} T_p &= t_g + 0,8 T_r \\ &= 0,325 + (0,8 \times 0,243) \\ &= 0,518 \text{ jam} \end{aligned}$$
- 4) Penurunan debit puncak menjadi 30% ( $T_{0,3}$ )
- $$\begin{aligned} T_{0,3} &= \alpha \times T_g \\ &= 3,411 \times 0,324 \\ &= 1,104 \text{ jam} \end{aligned}$$
- 5) Debit Puncak ( $Q_p$ )
- $$\begin{aligned} Q_p &= \frac{1}{3,6} \left( \frac{A \times R_0}{(0,3T_p + T_{0,3})} \right) \\ Q_p &= \frac{1}{3,6} \left( \frac{3,528 \times 1}{(0,3 \cdot 0,518 + 1,104)} \right) \\ Q_p &= 0,778 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Syarat untuk persamaan lengkung hidrograf Nakayasu:

1. Untuk lengkung naik:

$$0 < t < T_p$$

$$0 < t < 0,518$$

$$\begin{aligned} Q_p &= Q_p \left( \frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \\ &= 0,778 \left( \frac{t}{0,518} \right)^{2,4} \end{aligned}$$

Sehingga perhitungan  $Q_t$  untuk kurva lengkung naik dapat dilihat pada **Tabel 4. 26 hal. 63**

**Tabel 4. 26. Tabel perhitungan untuk kurva lengkung naik**

t (Jam)	t/Tp	(t/Tp) <sup>2.4</sup>	Qt m <sup>3</sup> /detik
0.0	0.000	0.000	0.000
0.2	0.386	0.102	0.079
0.4	0.773	0.539	0.419
0.518	1.000	1.000	0.778

*Sumber : Hasil Perhitungan*

2. Untuk lengkung turun tahap I :

$$T_p < t < T_p + T_{0,3}$$

$$0,518 < t < 0,518 + 1,104$$

$$0,518 < t < 1.621$$

$$Q_t = Q_p \times 0,3 \left( \frac{t - T_p}{T_{0,3}} \right)$$

$$Q_t = 0,778 \times 0,3 \left( \frac{t - 0,518}{1,104} \right)$$

Sehingga perhitungan  $Q_t$  untuk kurva lengkung turun tahap I dapat dilihat pada **tabel 4.27.**

**Tabel 4. 27. Tabel perhitungan untuk kurva lengkung turun tahap I**

t (Jam)	t-Tp	(t-Tp)/T <sub>0,3</sub>	Qt m <sup>3</sup> /detik
0.6	0.082	0.075	0.712
0.8	0.282	0.256	0.572
1.0	0.482	0.437	0.460
1.2	0.682	0.618	0.370
1.4	0.882	0.799	0.297
1.6	1.082	0.981	0.239
1.621	1.103	1.000	0.234

*Sumber : Hasil Perhitungan*



## 3. Untuk lengkung turun tahap II :

$$T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$$

$$(0,518 + 1,104) < t < (0,518 + 1,104 + 1,5 \times 1,104)$$

$$1,621 < t < 3,277$$

$$Qt = Qp \times 0,3 \left( \frac{(t-T_p) + (0,5 \times T_{0,3})}{1,5 \times T_{0,3}} \right)$$

$$Qt = Qp \times 0,3 \left( \frac{(t-0,518) + (0,5 \times 1,104)}{1,5 \times 1,104} \right)$$

$$Qt = Qp \times 0,3 \left( \frac{(t-0,518) + (0,552)}{1,656} \right)$$

Sehingga perhitungan Qt untuk kurva lengkung turun tahap II dapat dilihat pada **Tabel 4. 28 hal. 64**

**Tabel 4. 28. Tabel perhitungan untuk kurva lengkung turun tahap II**

t (Jam)	(t-T <sub>p</sub> )+ (0,5xT <sub>0,3</sub> )	(t-T <sub>p</sub> )+ (0,5xT <sub>0,3</sub> )/ (1,5* <sub>T</sub> 0.3)	Qt m <sup>3</sup> /detik
1.8	1.834	1.108	0.205
2.0	2.034	1.229	0.177
2.2	2.234	1.350	0.153
2.4	2.434	1.470	0.133
2.6	2.634	1.591	0.115
2.8	2.834	1.712	0.099
3.0	3.034	1.833	0.086
3.2	3.234	1.954	0.074
3.277	3.311	2.000	0.070

*Sumber : Hasil Perhitungan*

## 4. Untuk lengkung turun tahap III :

$$t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$$

$$t > 0,518 + 1,104 + 1,5 \times 1,104$$

$$t > 3,277$$

$$Qt = Qp \times 0,3 \left( \frac{(t-T_p) + (1,5 \times T_{0,3})}{2 \times T_{0,3}} \right)$$

$$Qt = Qp \times 0,3 \left( \frac{(t-0,518)+(0,5 \times 1,104)}{1,5 \times 1,104} \right)$$

$$Qt = Qp \times 0,3 \left( \frac{(t-0,518)+(0,552)}{1,652} \right)$$

Sehingga perhitungan Qt untuk kurva lengkung turun tahap III dapat dilihat pada **Tabel 4. 29 hal. 65**

**Tabel 4. 29. Tabel perhitungan untuk kurva lengkung turun tahap III**

t (Jam)	(t-Tp)+ (1,5xT0.3)	(t-Tp)+ (1,5xT0.3)/ (2*T0.3)	Qt m <sup>3</sup> /detik
3.4	4.538	2.056	0.066
3.6	4.738	2.146	0.059
3.8	4.938	2.237	0.053
4.0	5.138	2.328	0.047
4.2	5.338	2.418	0.042
4.4	5.538	2.509	0.038
4.6	5.738	2.599	0.034
4.8	5.938	2.690	0.031
5.0	6.138	2.781	0.027
5.2	6.338	2.871	0.025
5.4	6.538	2.962	0.022
5.6	6.738	3.052	0.020
5.8	6.938	3.143	0.018
6.0	7.138	3.234	0.016
6.2	7.338	3.324	0.014
6.4	7.538	3.415	0.013
6.6	7.738	3.506	0.011
6.8	7.938	3.596	0.010
7.0	8.138	3.687	0.009
7.2	8.338	3.777	0.008
7.4	8.538	3.868	0.007
7.6	8.738	3.959	0.007
7.8	8.938	4.049	0.006

*Sumber : Hasil Perhitungan*

**Tabel 4. 30. Lanjutan tabel perhitungan untuk kurva lengkung turun tahap III**

t (Jam)	(t-Tp)+ (1,5xT0.3)	(t-Tp)+ (1,5xT0.3)/ (2*T0.3)	Qt m <sup>3</sup> /detik
8.0	9.138	4.140	0.005
8.8	9.938	4.502	0.003
9.0	10.138	4.593	0.003
9.2	10.338	4.683	0.003
9.4	10.538	4.774	0.002
9.6	10.738	4.865	0.002
9.8	10.938	4.955	0.002
10.0	11.138	5.046	0.002
10.2	11.338	5.136	0.002
10.4	11.538	5.227	0.001
10.6	11.738	5.318	0.001
10.8	11.938	5.408	0.001
11.0	12.138	5.499	0.001
11.2	12.338	5.589	0.001
11.4	12.538	5.680	0.001
11.6	12.738	5.771	0.001
11.8	12.938	5.861	0.001
12.0	13.138	5.952	0.001
12.2	13.338	6.042	0.001
12.4	13.538	6.133	0.000
12.6	13.738	6.224	0.000
12.8	13.938	6.314	0.000
13.0	14.138	6.405	0.000

*Sumber : Hasil Perhitungan*

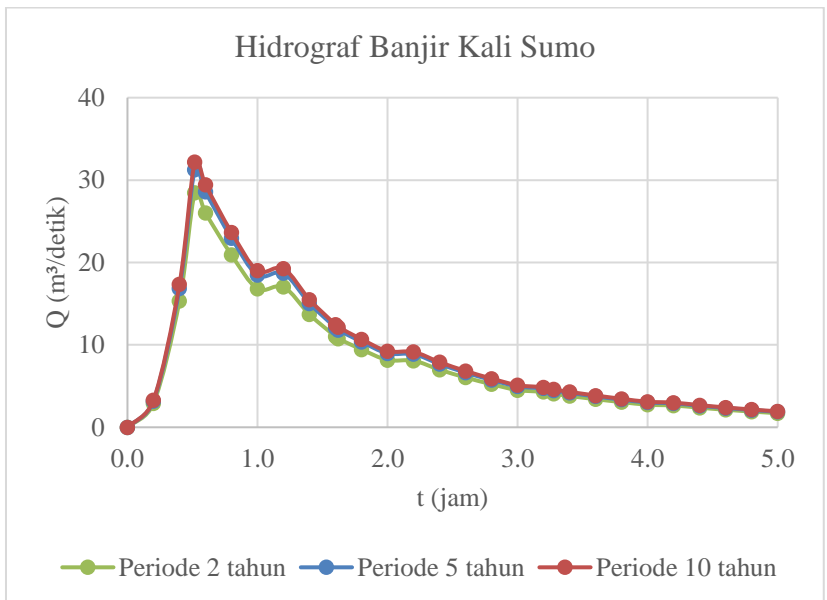
Kontrol hidrograf Satuan

$$\text{Hujan efektif} = \frac{\text{Volume Hidrograf (m}^3\text{)}}{\text{Luas DAS (m}^2\text{)}}$$

$$\text{Hujan efektif} = \frac{(0.835 \times 3600) \text{ m}^3}{3,528 \times 10^6 \text{ m}^2} = 0,001 \text{ m}$$

$$\text{Hujan efektif} = 0,001 \times 1000 = 1 \text{ mm (oke)}$$

Besar hidrograf banjir metode Nakayasu dapat dihitung dengan mengkalikan besar  $Q_t$  dengan curah hujan efektif jam-jam an yang telah didapatkan dalam perhitungan distribusi curah hujan rencana efektif per jam. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 4. 31 hal. 68** untuk 5 tahun dan **Tabel 4. 34 hal. 71** untuk 10 tahun



**Tabel 4. 31. Perhitungan debit 5 tahun metode HSS Nakayasu**

t (jam)	Qt (m <sup>3</sup> /detik)	R1 40.15	R2 10.44	R3 7.32	R4 5.83	R5 4.92	Q (m <sup>3</sup> /detik)
0.0	0.000	0					0
0.2	0.079	3.190					3.190
0.4	0.419	16.836					16.836
0.518	0.778	31.252					31.252
0.6	0.712	28.570					28.570
0.8	0.572	22.970					22.970
1.0	0.460	18.467	0				18.467
1.2	0.370	14.847	3.859				18.706
1.4	0.297	11.937	3.103				15.040
1.6	0.239	9.597	2.495				12.092
1.621	0.234	9.380	2.438				11.818
1.8	0.205	8.234	2.140				10.374
2.0	0.177	7.119	1.850	0			8.970
2.2	0.153	6.156	1.600	1.122			8.878
2.4	0.133	5.322	1.383	0.970			7.676
2.6	0.115	4.602	1.196	0.839			6.637
2.8	0.099	3.979	1.034	0.725			5.739
3.0	0.086	3.440	0.894	0.627	0.000		4.962
3.2	0.074	2.975	0.773	0.542	0.432		4.722
3.277	0.070	2.813	0.731	0.513	0.408		4.465
3.4	0.066	2.630	0.684	0.480	0.382		4.175
3.6	0.059	2.358	0.613	0.430	0.342		3.744
3.8	0.053	2.115	0.550	0.386	0.307		3.357
4.0	0.047	1.896	0.493	0.346	0.275	0	3.010
4.2	0.042	1.700	0.442	0.310	0.247	0.208	2.907
4.4	0.038	1.524	0.396	0.278	0.221	0.187	2.607
4.6	0.034	1.367	0.355	0.249	0.198	0.168	2.337
4.8	0.031	1.226	0.319	0.223	0.178	0.150	2.096
5.0	0.027	1.099	0.286	0.200	0.160	0.135	1.879
5.2	0.025	0.985	0.256	0.180	0.143	0.121	1.685
5.4	0.022	0.884	0.230	0.161	0.128	0.108	1.511
5.6	0.020	0.792	0.206	0.144	0.115	0.097	1.355
5.8	0.018	0.710	0.185	0.130	0.103	0.087	1.215
6.0	0.016	0.637	0.166	0.116	0.092	0.078	1.089

*Sumber : Hasil Perhitungan*

**Tabel 4. 32. Lanjutan perhitungan debit 5 tahun metode HSS Nakayasu**

t (jam)	Qt (m <sup>3</sup> /detik)	R1 40.15	R2 10.44	R3 7.32	R4 5.83	R5 4.92	Q (m <sup>3</sup> /detik)
6.2	0.014	0.571	0.148	0.104	0.083	0.070	0.977
6.4	0.013	0.512	0.133	0.093	0.074	0.063	0.876
6.6	0.011	0.459	0.119	0.084	0.067	0.056	0.785
6.8	0.010	0.412	0.107	0.075	0.060	0.050	0.704
7.0	0.009	0.369	0.096	0.067	0.054	0.045	0.631
7.2	0.008	0.331	0.086	0.060	0.048	0.041	0.566
7.4	0.007	0.297	0.077	0.054	0.043	0.036	0.508
7.6	0.007	0.266	0.069	0.049	0.039	0.033	0.455
7.8	0.006	0.239	0.062	0.044	0.035	0.029	0.408
8.0	0.005	0.214	0.056	0.039	0.031	0.026	0.366
8.2	0.005	0.192	0.050	0.035	0.028	0.024	0.328
8.4	0.004	0.172	0.045	0.031	0.025	0.021	0.294
8.6	0.004	0.154	0.040	0.028	0.022	0.019	0.264
8.8	0.003	0.138	0.036	0.025	0.020	0.017	0.236
9.0	0.003	0.124	0.032	0.023	0.018	0.015	0.212
9.2	0.003	0.111	0.029	0.020	0.016	0.014	0.190
9.4	0.002	0.100	0.026	0.018	0.014	0.012	0.170
9.6	0.002	0.089	0.023	0.016	0.013	0.011	0.153
9.8	0.002	0.080	0.021	0.015	0.012	0.010	0.137
10.0	0.002	0.072	0.019	0.013	0.010	0.009	0.123
10.2	0.002	0.064	0.017	0.012	0.009	0.008	0.110
10.4	0.001	0.058	0.015	0.011	0.008	0.007	0.099
10.6	0.001	0.052	0.013	0.009	0.008	0.006	0.089
10.8	0.001	0.046	0.012	0.008	0.007	0.006	0.079
11.0	0.001	0.042	0.011	0.008	0.006	0.005	0.071
11.2	0.001	0.037	0.010	0.007	0.005	0.005	0.064
11.4	0.001	0.033	0.009	0.006	0.005	0.004	0.057
11.6	0.001	0.030	0.008	0.005	0.004	0.004	0.051
11.8	0.001	0.027	0.007	0.005	0.004	0.003	0.046
12.0	0.001	0.024	0.006	0.004	0.004	0.003	0.041
12.2	0.001	0.022	0.006	0.004	0.003	0.003	0.037
12.4	0.000	0.019	0.005	0.004	0.003	0.002	0.033
12.6	0.000	0.017	0.005	0.003	0.003	0.002	0.030
12.8	0.000	0.016	0.004	0.003	0.002	0.002	0.027
13.0	0.000	0.014	0.004	0.003	0.002	0.002	0.024



**Tabel 4. 34. Perhitungan debit 10 tahun metode HSS Nakayasu**

t (jam)	Qt (m <sup>3</sup> /detik)	R1 41.35	R2 10.75	R3 7.54	R4 6.00	R5 5.07	Q (m <sup>3</sup> /detik)
0.0	0.000	0					0
0.2	0.079	3.285					3.285
0.4	0.419	17.339					17.339
0.5	0.778	32.186					32.186
0.6	0.712	29.424					29.424
0.8	0.572	23.656					23.656
1.0	0.460	19.019	0				19.019
1.2	0.370	15.291	3.974				19.266
1.4	0.297	12.294	3.195				15.489
1.6	0.239	9.884	2.569				12.453
1.6	0.234	9.660	2.511				12.171
1.8	0.205	8.480	2.204				10.684
2.0	0.177	7.332	1.906	0			9.238
2.2	0.153	6.340	1.648	1.156			9.143
2.4	0.133	5.482	1.425	0.999			7.906
2.6	0.115	4.739	1.232	0.864			6.836
2.8	0.099	4.098	1.065	0.747			5.910
3.0	0.086	3.543	0.921	0.646	0.000		5.110
3.2	0.074	3.064	0.796	0.559	0.445		4.863
3.3	0.070	2.897	0.753	0.528	0.420		4.598
3.4	0.066	2.709	0.704	0.494	0.393		4.300
3.6	0.059	2.429	0.631	0.443	0.353		3.856
3.8	0.053	2.178	0.566	0.397	0.316		3.457
4.0	0.047	1.953	0.508	0.356	0.283	0	3.100
4.2	0.042	1.751	0.455	0.319	0.254	0.215	2.994
4.4	0.038	1.570	0.408	0.286	0.228	0.192	2.685
4.6	0.034	1.408	0.366	0.257	0.204	0.173	2.407
4.8	0.031	1.262	0.328	0.230	0.183	0.155	2.158
5.0	0.027	1.132	0.294	0.206	0.164	0.139	1.935
5.2	0.025	1.015	0.264	0.185	0.147	0.124	1.735
5.4	0.022	0.910	0.237	0.166	0.132	0.112	1.556
5.6	0.020	0.816	0.212	0.149	0.118	0.100	1.395
5.8	0.018	0.732	0.190	0.133	0.106	0.090	1.251
6.0	0.016	0.656	0.171	0.120	0.095	0.080	1.122

*Sumber : Hasil Perhitungan*



**Tabel 4. 35 Lanjutan perhitungan debit 10 tahun metode HSS Nakayasu**

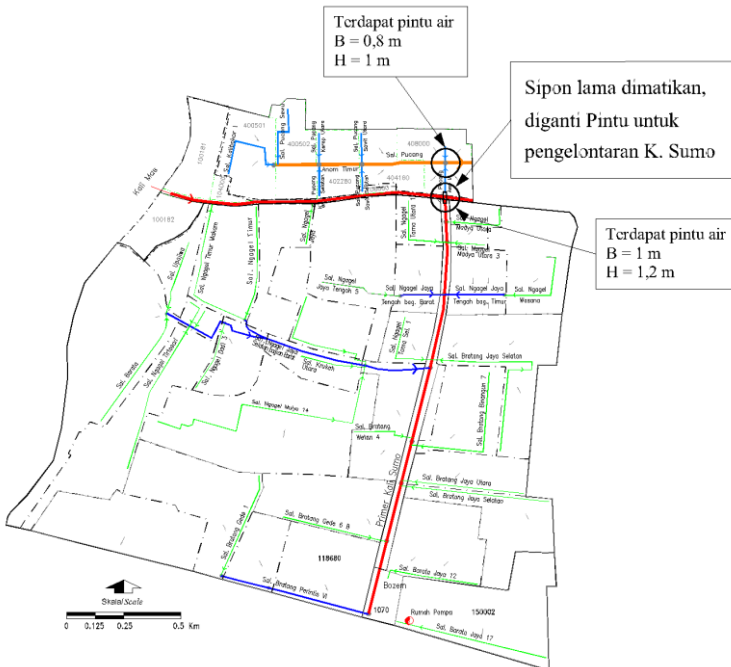
t (jam)	Qt (m <sup>3</sup> /detik)	R1 41.35	R2 10.75	R3 7.54	R4 6.00	R5 5.07	Q (m <sup>3</sup> /detik)
6.2	0.014	0.588	0.153	0.107	0.085	0.072	1.006
6.4	0.013	0.527	0.137	0.096	0.077	0.065	0.902
6.6	0.011	0.473	0.123	0.086	0.069	0.058	0.809
6.8	0.010	0.424	0.110	0.077	0.062	0.052	0.725
7.0	0.009	0.380	0.099	0.069	0.055	0.047	0.650
7.2	0.008	0.341	0.089	0.062	0.049	0.042	0.583
7.4	0.007	0.306	0.079	0.056	0.044	0.037	0.523
7.6	0.007	0.274	0.071	0.050	0.040	0.034	0.469
7.8	0.006	0.246	0.064	0.045	0.036	0.030	0.420
8.0	0.005	0.220	0.057	0.040	0.032	0.027	0.377
8.2	0.005	0.198	0.051	0.036	0.029	0.024	0.338
8.4	0.004	0.177	0.046	0.032	0.026	0.022	0.303
8.6	0.004	0.159	0.041	0.029	0.023	0.019	0.272
8.8	0.003	0.142	0.037	0.026	0.021	0.017	0.244
9.0	0.003	0.128	0.033	0.023	0.019	0.016	0.218
9.2	0.003	0.115	0.030	0.021	0.017	0.014	0.196
9.4	0.002	0.103	0.027	0.019	0.015	0.013	0.176
9.6	0.002	0.092	0.024	0.017	0.013	0.011	0.157
9.8	0.002	0.083	0.021	0.015	0.012	0.010	0.141
10.0	0.002	0.074	0.019	0.013	0.011	0.009	0.127
10.2	0.002	0.066	0.017	0.012	0.010	0.008	0.113
10.4	0.001	0.060	0.015	0.011	0.009	0.007	0.102
10.6	0.001	0.053	0.014	0.010	0.008	0.007	0.091
10.8	0.001	0.048	0.012	0.009	0.007	0.006	0.082
11.0	0.001	0.043	0.011	0.008	0.006	0.005	0.073
11.2	0.001	0.038	0.010	0.007	0.006	0.005	0.066
11.4	0.001	0.034	0.009	0.006	0.005	0.004	0.059
11.6	0.001	0.031	0.008	0.006	0.004	0.004	0.053
11.8	0.001	0.028	0.007	0.005	0.004	0.003	0.047
12.0	0.001	0.025	0.006	0.005	0.004	0.003	0.043
12.2	0.001	0.022	0.006	0.004	0.003	0.003	0.038
12.4	0.000	0.020	0.005	0.004	0.003	0.002	0.034
12.6	0.000	0.018	0.005	0.003	0.003	0.002	0.031
12.8	0.000	0.016	0.004	0.003	0.002	0.002	0.027
13.0	0.000	0.014	0.004	0.003	0.002	0.002	0.025



#### 4.1.9. Menghitung debit tambahan dari Saluran Kali Bokor dan DAS Kali Dami

Saluran Kali Sumo tidak hanya mendapat debit dari DAS Kali Bokor, tetapi Saluran Kali Sumo juga terbebani oleh debit dari DAS Kali Dami dan Saluran Primer Kali Bokor. Debit tambahan dari DAS Kali Dami dan Saluran Kali Bokor tidak semuanya mengalir menuju ke Saluran Kali Sumo.

Terdapat pintu yang mengatur debit yang masuk menuju Saluran Kali Sumo. Berikut adalah perhitungan debit yang mengalir dari Saluran Kali Bokor dan DAS Kali Dami.



**Gambar 4. 5. Pertemuan DAS Kali Dami, Saluran Kali Bokor dan DAS Kali Sumo (BAPPEKO, 2018a)**

#### 4.1.9.1. Saluran Kali Bokor

Pada saluran Kali Bokor terdapat sebuah pintu dengan spesifikasi sebagai berikut.

1. Dimensi pintu air

$$H \text{ pintu} = 1,2 \text{ m}$$

$$H \text{ bukaan} = 1 \text{ m}$$

$$B \text{ pintu} = 1,2 \text{ m}$$

2. Perhitungan Hidrolis:

$$Q = C \cdot b \cdot h \sqrt{2 \cdot g \cdot z}$$

Dimana:

$$Q \quad \text{Debit (m}^3/\text{dtk)}$$

$$C \quad \text{Koefisien pengaliran}$$

$$b \quad \text{Lebar pintu (m)}$$

$$h \quad \text{Tinggi bukaan (m)}$$

$$g \quad \text{Kecepatan gravitasi (9,8 m/dtk)}$$

$$z \quad \text{Kehilangan energi (0.1 m)}$$

Maka

$$Q = C \cdot b \cdot h \sqrt{2 \cdot g \cdot z}$$

$$Q = 0,625 \times 1 \times 1,2 \sqrt{2 \times 9,8 \times 0,1}$$

$$Q = 1,05 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

#### 4.1.9.2. Das Kali Dami

Pada DAS Kali Dami terdapat sebuah pintu tepatnya di Saluran Pucang Asri III dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Dimensi pintu air

$$H \text{ pintu} = 1 \text{ m}$$

$$H \text{ bukaan} = 0,8 \text{ m}$$

$$B \text{ pintu} = 1 \text{ m}$$

2. Perhitungan Hidrolis:

$$Q = C \cdot b \cdot h \sqrt{2 \cdot g \cdot z}$$

Dimana:

- Q Debit ( $m^3/dtk$ )
- C Koefisien pengaliran
- b Lebar pintu (m)
- h Tinggi bukaan (m)
- g Kecepatan gravitasi (9,8 m/dtk)
- z Kehilangan energi (0.1 m)

Maka

$$Q = C \cdot b \cdot h \sqrt{2 \cdot g \cdot z}$$

$$Q = 0,625 \times 0,8 \times 1 \sqrt{2 \times 9,8 \times 0,1}$$

$$Q = 0,70 \text{ m}^3/dtk$$

Setelah debit Saluran Kali Bokor dan DAS Kali Dami diketahui maka debit tersebut ditambahkan pada debit nakayasu Saluran Kali Sumo.

$$Q_{tot} = Q_{DAS \text{ Kali Dami}} + Q_{Sal. \text{ Kali Bokor}}$$

$$Q_{tot} = 0,70 + 1,05$$

$$Q_{tot} = 1,75 \text{ m}^3/dtk$$

Berikut adalah hasil rekapitulasi debit total yang membebani Saluran Kali Sumo:

**Tabel 4. 37. Debit Q10 yang masuk ke Saluran Kali Sumo dan Boezem Bratang**

Waktu	Debit Kali Sumo	Debit Kali Dami	Debit Kali Bokor	Total Debit
jam	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s
0.0	0.00	0.00	0	0.00
0.2	3.29	0.70	1.05	5.04
0.4	17.34	0.70	1.05	19.09
0.5	32.19	0.70	1.05	33.94
0.6	29.42	0.70	1.05	31.17
0.8	23.66	0.70	1.05	25.41
1.0	19.02	0.70	1.05	20.77
1.2	19.27	0.70	1.05	21.02
1.4	15.49	0.70	1.05	17.24
1.6	12.45	0.70	1.05	14.20
1.6	12.17	0.70	1.05	13.92
1.8	10.68	0.70	1.05	12.43
2.0	9.24	0.70	1.05	10.99
2.2	9.14	0.70	1.05	10.89
2.4	7.91	0.70	1.05	9.66
2.6	6.84	0.70	1.05	8.59
2.8	5.91	0.70	1.05	7.66
3.0	5.11	0.70	1.05	6.86
3.2	4.86	0.70	1.05	6.61
3.3	4.60	0.70	1.05	6.35
3.4	4.30	0.70	1.05	6.05
3.6	3.86	0.70	1.05	5.61
3.8	3.46	0.70	1.05	5.21
4.0	3.10	0.70	1.05	4.85
4.2	2.99	0.70	1.05	4.74
4.4	2.68	0.70	1.05	4.43
4.6	2.41	0.70	1.05	4.16
4.8	2.16	0.70	1.05	3.91
5.0	1.94	0.70	1.05	3.69

*Sumber : Hasil Perhitungan*

**Tabel 4. 38. Lanjutan debit Q10 yang masuk ke Saluran Kali Sumo dan Boezem Bratang**

Waktu	Debit Kali Sumo	Debit Kali Dami	Debit Kali Bokor	Total Debit
jam	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
5.2	1.74	0.70	1.05	3.49
5.4	1.56	0.70	1.05	3.31
5.6	1.40	0.70	1.05	3.15
5.8	1.25	0.70	1.05	3.00
6.0	1.12	0.70	1.05	2.87
6.2	1.01	0.70	1.05	2.76
6.4	0.90	0.70	1.05	2.65
6.6	0.81	0.70	1.05	2.56
6.8	0.73	0.70	1.05	2.48
7.0	0.65	0.70	1.05	2.40
7.2	0.58	0.70	1.05	2.33
7.4	0.52	0.70	1.05	2.27
7.6	0.47	0.70	1.05	2.22
7.8	0.42	0.70	1.05	2.17
8.0	0.38	0.70	1.05	2.13
8.2	0.34	0.70	1.05	2.09
8.4	0.30	0.70	1.05	2.05
8.6	0.27	0.70	1.05	2.02
8.8	0.24	0.70	1.05	1.99
9.0	0.22	0.70	1.05	1.97
9.2	0.20	0.70	1.05	1.95
9.4	0.18	0.70	1.05	1.93
9.6	0.16	0.70	1.05	1.91
9.8	0.14	0.70	1.05	1.89
10.0	0.13	0.70	1.05	1.88

*Sumber : Hasil Perhitungan*

**Tabel 4. 39. Lanjutan debit Q10 yang masuk ke Saluran Kali Sumo dan Boezem Bratang**

Waktu	Debit Kali Sumo	Debit Kali Dami	Debit Kali Bokor	Total Debit
jam	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
10.2	0.11	0.70	1.05	1.86
10.4	0.10	0.70	1.05	1.85
10.6	0.09	0.70	1.05	1.84
10.8	0.08	0.70	1.05	1.83
11.0	0.07	0.70	1.05	1.82
11.2	0.07	0.70	1.05	1.82
11.4	0.06	0.70	1.05	1.81
11.6	0.05	0.70	1.05	1.80
11.8	0.05	0.70	1.05	1.80
12.0	0.04	0.70	1.05	1.79
12.2	0.04	0.70	1.05	1.79
12.4	0.03	0.70	1.05	1.78
12.6	0.03	0.70	1.05	1.78
12.8	0.03	0.70	1.05	1.78
13.0	0.02	0.70	1.05	1.77
13.2	0.02	0.70	1.05	1.77
13.4	0.02	0.70	1.05	1.77
13.6	0.02	0.70	1.05	1.77
13.8	0.02	0.70	1.05	1.77
14.0	0.01	0.70	1.05	1.76
14.2	0.01	0.70	1.05	1.76
14.4	0.01	0.70	1.05	1.76
14.6	0.01	0.70	1.05	1.76
14.8	0.01	0.70	1.05	1.76
15.0	0.01	0.70	1.05	1.76

*Sumber : Hasil Perhitungan*



**Tabel 4. 40. Lanjutan debit Q10 yang masuk ke Saluran Kali Sumo dan Boezem Bratang**

Waktu	Debit Kali Sumo	Debit Kali Dami	Debit Kali Bokor	Total Debit
jam	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s
15.2	0.01	0.70	1.05	1.76
15.4	0.01	0.70	1.05	1.76
15.6	0.01	0.70	1.05	1.76
15.8	0.01	0.70	1.05	1.76
16.0	0.00	0.70	1.05	1.75
16.2	0.00	0.70	1.05	1.75
16.4	0.00	0.70	1.05	1.75
16.6	0.00	0.70	1.05	1.75
16.8	0.00	0.70	1.05	1.75
17.0	0.00	0.70	1.05	1.75
17.2	0.00	0.70	1.05	1.75
17.4	0.00	0.70	1.05	1.75
17.6	0.00	0.70	1.05	1.75
17.8	0.00	0.70	1.05	1.75
18.0	0.00	0.70	1.05	1.75
18.2	0.00	0.70	1.05	1.75
18.4	0.00	0.70	1.05	1.75
18.6	0.00	0.70	1.05	1.75
18.8	0.00	0.70	1.05	1.75
19.0	0.00	0.70	1.05	1.75
19.2	0.00	0.70	1.05	1.75
19.4	0.00	0.70	1.05	1.75
19.6	0.00	0.70	1.05	1.75
19.8	0.00	0.70	1.05	1.75
20.0	0.00	0.70	1.05	1.75

*Sumber : Hasil Perhitungan*

## 4.2. Analisa Hidrolika

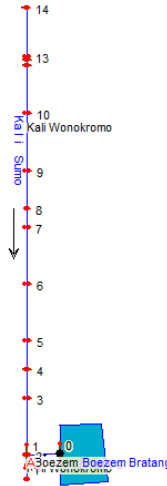
### 4.2.1. HEC-RAS

#### 4.2.1.1. Analisa Data

Simulasi yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh muka air kali Wonokromo terhadap performa drainase sumo dengan menggunakan HEC-RAS membutuhkan input data – data yang sesuai agar hasil simulasi dapat se-riil mungkin. Data – data yang dibutuhkan untuk melakukan simulasi pada program HEC-RAS antara lain data Kali Sumo beserta boezem bratang yang meliputi gambar penampang cross section dan long section. Selain data geometrik, ada beberapa data lain yaitu:

1. data elevasi muka air Kali Wonokromo,
2. data hasil perhitungan debit rencana kali Sumo,
3. data hasil perhitungan debit tambahan dari DAS Kalidami dan Saluran Kali Bokor, dan juga dibutuhkan sebagai input syarat batas pada program HEC-RAS.

Data geometrik yang didapat, digunakan untuk membuat model kali Sumo sepanjang 1,86 km beserta boezem bratang dengan volume tampungan 49669 m<sup>3</sup>. data geomtrik yang meliputi gambar penampang cross section dan long section pada Kali Sumo membentang dari titik SMO 0000 pada hulu hingga SMO 1868 pada hilir seperti **Gambar 4. 6 hal. 82**



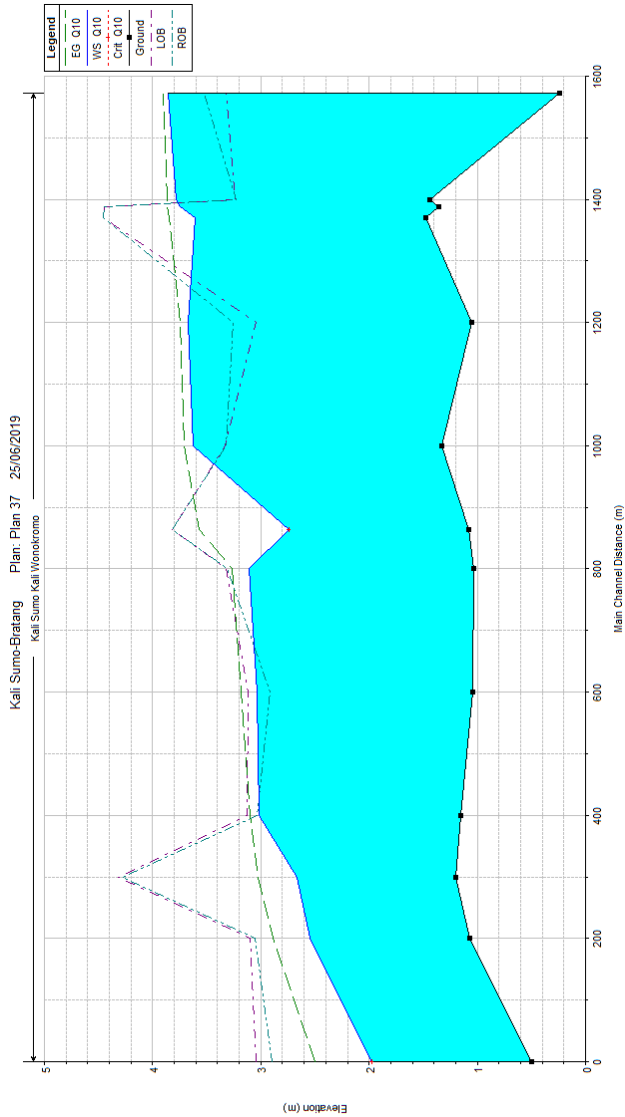
**Gambar 4. 6. Skema HEC-RAS**

#### 4.2.1.2. Input Data (Steady Flow)

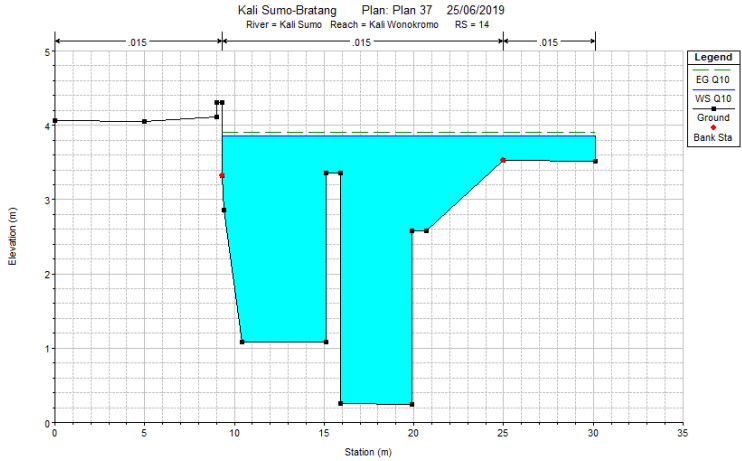
Data debit yang diinputkan untuk simulasi HEC-RAS yaitu debit puncak rencana Kali Sumo dengan tambahan debit DAS Kalidami dan Saluran Kali Bokor dengan periode ulang 10 tahun sebesar 33,940 m<sup>3</sup>/dtk. Dan elevasi muka air kali wonokromo yaitu +1,88 m.

Perhitungan kapasitas saluran exsisting ( $Q_s$ ) dengan cara memasukkan hasil perhitungan debit puncak rencana (Metode Hidrograf Nakayasu) dengan periode ulang 5 tahun dan 10 tahun ke dalam HEC-RAS, setelah dilakukan proses *Run* maka didapatkan hasil cross section dengan ketinggian muka air tertentu yang sesuai dengan debit rencana  $Q_5 = 33,002$  m<sup>3</sup>/det dan  $Q_{10} = 33,940$  m<sup>3</sup>/det untuk saluran primer Kali Sumo.

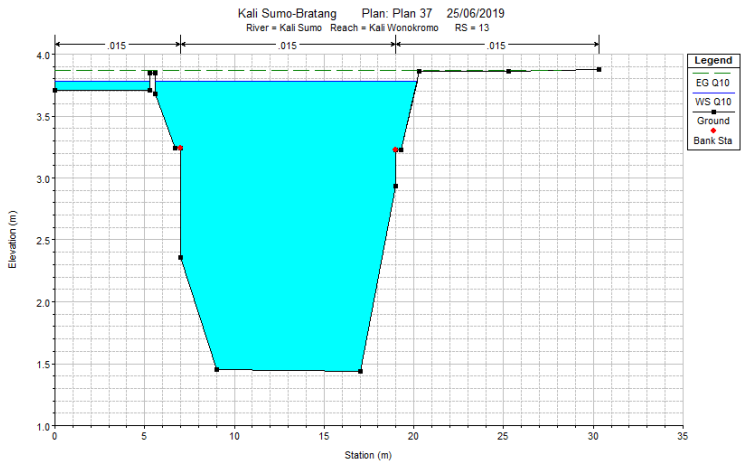
Hasil *cross section* dan *long section* primer kali Sumo dengan  $Q_5$  dan  $Q_{10}$  sebagai berikut:



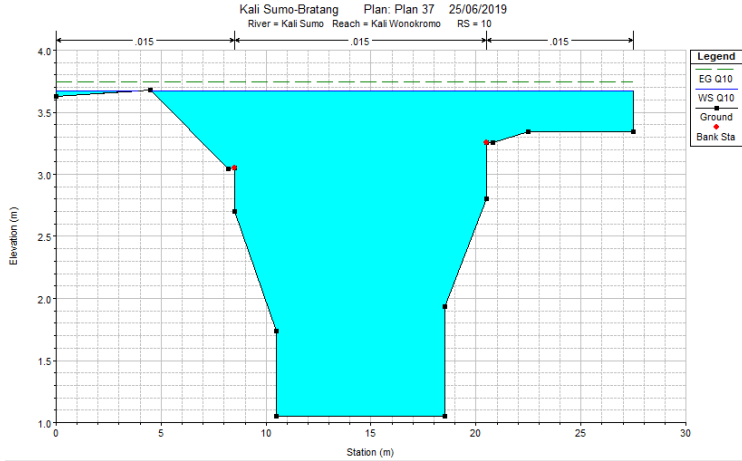
**Gambar 4. 7. Potongan memanjang Kali Sumo setelah running HEC-RAS dengan debit Q10**



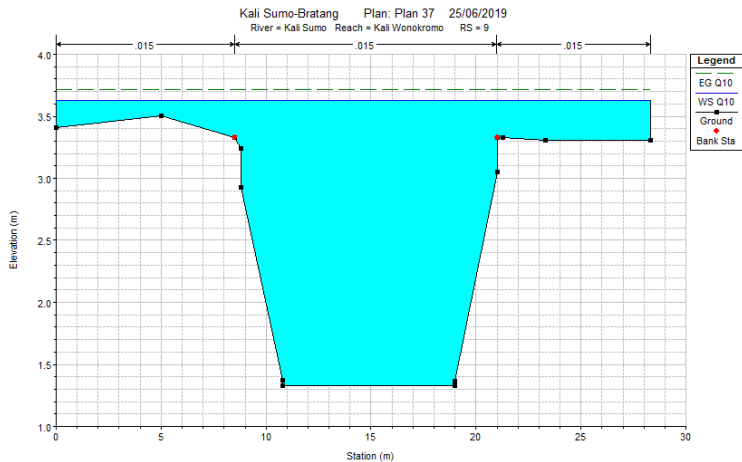
**Gambar 4. 8. Potongan melintang SMO0000**



**Gambar 4. 9. Potongan melintang SMO00172**



**Gambar 4. 10. Potongan melintang SMO00372**



**Gambar 4. 11. Potongan melintang SMO00572**

Menjelaskan pertemuan drainase Kali Sumo Eksisting dengan kali Wonokromo, elevasi muka air kali Sumo Q10 = +1.94 m sedangkan elevasi dasarnya adalah +0,534 m.

Terjadi luapan debit di beberapa cross section, yaitu cross section SMO00000, SMO00172, SMO00372, SMO00572.

Menjadikan kinerja sistem drainase bratang sebesar 71% dengan terjadinya luapan pada beberapa titik tersebut.

Elevasi muka air kali Wonokromo = +1.88 m. Kondisi elevasi kali Sumo pada Q10 lebih besar dari pada elevasi muka air kali Wonokromo. Sesuai kondisi eksisting, elevasi muka air kali Sumo bisa terjadi lebih tinggi ataupun lebih rendah dari pada elevasi muka air kali Wonokromo dengan alasan, elevasi dasar drainase Sumo jauh lebih rendah dari elevasi muka air kali Wonokromo

Debit yang terjadi pada drainase Sumo bisa lebih besar dari debit Q10. Sehingga pada kondisi tersebut tetap dibutuhkan fasilitas pompa, Boezem dan pintu air untuk menjaga dan mengatur tinggi elevasi muka air pada drainase Sumo dan mengatasi backwater dari kali Wonokromo.

# BAB 5 ANALISIS KINERJA DAN KEANDALAN

## 5.1. Menentukan Kapasitas Eksisting Boezem

Berikut adalah cara menentukan kapasitas eksisting Boezem Bratang sebagai berikut:

**Tabel 5. 1. Perhitungan eksisting boezem**

STA	Selisih Jarak	Elevasi Dasar Sahuran	Elevasi Tanggul	Tinggi Elevasi Per 0.5 m	Beda Tinggi	Dimensi Sahuran		Luas	Kumulatif Luas	Volume	Kumulatif Volume	
						Lebar Atas	Lebar Bawah					
m	m	m	m	m	m	m	m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0+000	0.000	0.410	3.473	0.410	0.000	69.500	69.500	0.000	214.040			0.000
				0.500	0.090	69.539	69.500	6.257				172.061
				1.000	0.500	69.755	69.500	34.814				957.378
				1.500	0.500	69.971	69.500	34.868				958.863
				2.000	0.500	70.127	69.500	34.907				959.936
				2.500	0.500	70.404	69.500	34.976				961.840
				3.000	0.500	70.620	69.500	35.030				963.325
				3.473	0.473	70.833	69.500	33.189				912.691
0+27.5	27.500	0.410	3.473	0.410	0.000	77.508	77.500	0.000	238.516			0.000
				0.500	0.090	77.539	77.500	6.977				69.768
				1.000	0.500	77.755	77.500	38.814				388.138
				1.500	0.500	77.791	77.500	38.823				388.228
				2.000	0.500	78.187	77.500	38.922				389.218
				2.500	0.500	78.404	77.500	38.976				389.760
				3.000	0.500	78.628	77.500	39.032				390.320
				3.473	0.473	78.833	77.500	36.973				369.728
0+37.5	10.000	0.410	3.473	0.410	0.000	85.500	85.500	0.000	263.063			0.000
				0.500	0.090	85.539	85.500	7.697				207.812
				1.000	0.500	85.755	85.500	42.814				1155.971
				1.500	0.500	85.971	85.500	42.868				1157.429
				2.000	0.500	86.187	85.500	42.922				1158.887
				2.500	0.500	86.404	85.500	42.976				1160.352
				3.000	0.500	86.620	85.500	43.030				1161.810
				3.473	0.473	86.833	85.500	40.757				1100.432
0+64.5	27.000	0.410	3.473	0.410	0.000	94.500	94.500	0.000	290.630	1878.137		0.000
				0.500	0.090	94.539	94.500	8.507				425.338
				1.000	0.500	94.755	94.500	47.314				2365.688
				1.500	0.500	94.971	94.500	47.368				2368.388
				2.000	0.500	95.187	94.500	47.422				2371.088
				2.500	0.500	95.404	94.500	47.476				2373.800
				3.000	0.500	95.620	94.500	47.530				2376.500
				3.473	0.473	95.833	94.500	45.014				2250.688
0+114.5	50.000	0.410	3.473	0.410	0.000	94.500	94.500	0.000	290.630			0.000
				0.500	0.090	94.539	94.500	8.507				425.338
				1.000	0.500	94.755	94.500	47.314				2365.688
				1.500	0.500	94.971	94.500	47.368				2368.388
				2.000	0.500	95.187	94.500	47.422				2371.088
				2.500	0.500	95.404	94.500	47.476				2373.800
				3.000	0.500	95.620	94.500	47.530				2376.500
				3.473	0.473	95.833	94.500	45.014				2250.688
0+164.5	50.000	0.410	3.473	0.410	0.000	94.500	94.500	0.000	290.630			0.000
				0.500	0.090	94.539	94.500	8.507				153.122
				1.000	0.500	94.755	94.500	47.314				851.648
				1.500	0.500	94.971	94.500	47.368				852.620
				2.000	0.500	95.187	94.500	47.422				853.592
				2.500	0.500	95.404	94.500	47.476				854.568
				3.000	0.500	95.620	94.500	47.530				855.540
				3.473	0.473	95.833	94.500	45.014				810.248
0+182.5	18.000	0.410	3.473	0.410	0.000	94.500	94.500	0.000	290.630			0.000
				0.500	0.090	94.539	94.500	8.507				0.000
				1.000	0.500	94.755	94.500	47.314				0.000
				1.500	0.500	94.971	94.500	47.368				0.000
				2.000	0.500	95.187	94.500	47.422				0.000
				2.500	0.500	95.404	94.500	47.476				0.000
				3.000	0.500	95.620	94.500	47.530				0.000
				3.473	0.473	95.833	94.500	45.014				0.000



**Tabel 5. 2. Rekapitulasi kapasitas boezem**

Elevasi	Luas	Kumulatif Luas	Volume	Kumulatif Volume
m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.410	0.000	0.000	0.000	0.000
0.500	54.957	54.957	1453.438	1453.438
1.000	305.696	360.654	8084.509	9537.947
1.500	306.029	666.683	8093.914	17631.862
2.000	306.437	973.120	8103.807	25735.668
2.500	306.832	1279.952	8114.120	33849.788
3.000	307.212	1587.164	8123.995	41973.783
<b>3.473</b>	<b>290.973</b>	<b>1878.137</b>	<b>7694.474</b>	<b>49668.257</b>

Sumber : Hasil Perhitungan



**Gambar 5. 1. Kurva perbandingan antara elevasi dengan volume dan elevasi dengan luas**

## 5.2. Debit Inflow

Debit inflow dalam analisis ini ditentukan dari hasil perhitungan debit banjir 5 tahun dan 10 tahun

## 5.3. Debit Outflow

Dipakai 6 unit pompa yang dioperasikan pada Boezem Bratang dengan kapasitas sebagai berikut:

- a. Pompa kapasitas 1,5 m<sup>3</sup>/s sebanyak 3 unit
- b. Pompa kapasitas 2 m<sup>3</sup>/s sebanyak 3 unit

- **Debit inflow dan outflow selama 5 tahun (Lampiran 2 hal. 159)**
- **Debit inflow dan outflow selama 10 tahun (Lampiran 3 hal. 163)**

Setelah dilakukan perhitungan dengan 6 unit pompa, debit inflow dan outflow tidak seimbang dan kapasitas boezem tidak bisa menampung dengan debit inflow Q<sub>5</sub> dan Q<sub>10</sub>.

Solusi dari permasalahan tersebut yaitu dilakukan beberapa alternatif dengan penambahan pompa atau penggantian kapasitas pompa dan melakukan penggalan (Normalisasi) Boezem bratang.

- **Alternatif 1**

1. Dipakai 7 unit pompa yang dioperasikan pada Boezem Bratang dengan kapasitas sebagai berikut
  - a. Pompa kapasitas 1.5 m<sup>3</sup>/s sebanyak 3 unit
  - b. Pompa kapasitas 2 m<sup>3</sup>/s sebanyak 4 unit
2. Mempertahankan kapasitas eksisting boezem bratang sebesar 49668,257 m<sup>3</sup> dengan EL. +0,41 m

- **Debit inflow dan outflow selama 5 tahun setelah dilakukan pergantian dan penambahan kapasitas pompa (Lampiran 4 hal. 167)**

- **Debit inflow dan outflow selama 10 tahun setelah dilakukan pergantian dan penambahan kapasitas pompa (Lampiran 5 hal. 171)**
  
- **Alternatif 2**
  1. Dipakai 6 unit pompa yang dioperasikan pada Boezem Bratang dengan kapasitas sebagai berikut (**eksisting**)
    - a. Pompa kapasitas 1,5 m<sup>3</sup>/s sebanyak 2 unit
    - b. Pompa kapasitas 2 m<sup>3</sup>/s sebanyak 4 unit
  2. Melakukan pengerukan pada Boezem Bratang sedalam 1 meter. Sehingga menjadikan elevasi dasar Boezem Bratang menjadi EL. – 0.590 m. **Tabel kapasitas Boezem (Lampiran 1 hal. 155)**
    - **Debit inflow dan outflow selama 10 tahun setelah dilakukan normalisasi Boezem Bratang (Lampiran 6 hal. 175)**
  
- **Alternatif 3**
  1. Dipakai 7 unit pompa yang dioperasikan pada Boezem Bratang dengan kapasitas sebagai berikut
    - a. Pompa kapasitas 1.5 m<sup>3</sup>/s sebanyak 3 unit
    - b. Pompa kapasitas 2 m<sup>3</sup>/s sebanyak 4 unit
  2. Melakukan pengerukan pada Boezem Bratang sedalam 1 meter. Sehingga menjadikan elevasi dasar Boezem Bratang menjadi EL. – 0.590 m. **Tabel kapasitas Boezem terlampir (Lampiran 1 hal. 155)**
    - **Debit inflow dan outflow selama 5 tahun setelah dilakukan normalisasi Boezem Bratang (Lampiran 8 hal. 179)**
    - **Debit inflow dan outflow selama 10 tahun setelah dilakukan normalisasi Boezem Bratang (Lampiran 9 hal. 181)**

#### 5.4. Acuan Sistem Pengoperasian Pompa Banjir Bratang

Berikut adalah tabel acuan sistem pengoperasian pompa alternatif 1 dan alternatif 2 dengan menggunakan debit 10 tahun

**Tabel 5. 3. Acuan sistem pengoperasian pompa alternatif 1**

Operasional Pompa							Volume Boezem	Storage	Waktu operasional	Selisih Waktu	Pada Elevasi	
							m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	jam	jam	m	
1	2	3	4	5	6	7	49668.3	1497.4	0.4	0	0	0.5
1	2	3	4	5	6	7	49668.3	13378.9	0.6	0.2	0.5	1.25
1	2	3	4	5	6	7	49668.3	24747.7	0.8	0.2	1.25	1.95
1	2	3	4	5	6	7	49668.3	32370.9	1	0.2	1.95	2.4
1	2	3	4	5	6	7	49668.3	38413.4	1.2	0.2	2.4	2.8
1	2	3	4	5	6	7	49668.3	43185.2	1.4	0.2	2.8	3.1
1	2	3	4	5	6	7	49668.3	45504.5	1.6	0.2	3.1	3.25
1	2	3	4	5	6	7	49668.3	46059.3	1.8	0.2	3.25	3.3
1	2	3	4	5	6	7	49668.3	45491.4	2	0.2	3.3	3.25
1	2	3	4	5	6		49668.3	45808.7	2.2	0.2	3.25	3.25
1	2	3	4	5	6		49668.3	45646.3	2.4	0.2	3.25	3.25
1	2	3	4	5	6		49668.3	44653.2	2.6	0.2	3.25	3.15
1	2	3	4	5	6		49668.3	42941.6	2.8	0.2	3.15	3.05
1	2	3	4	5	6		49668.3	40609.0	3	0.2	3.05	2.9
1	2	3	4	5			49668.3	39339.4	3.2	0.2	2.9	2.85
1	2	3	4	5			49668.3	37760.8	3.4	0.2	2.85	2.75
1	2	3	4	5			49668.3	35836.8	3.6	0.2	2.75	2.6
1	2	3	4	5			49668.3	33609.4	3.8	0.2	2.6	2.5
1	2	3	4	5			49668.3	31110.0	4	0.2	2.5	2.35
1	2	3	4				49668.3	29883.8	4.2	0.2	2.35	2.25
1	2	3	4				49668.3	28508.2	4.4	0.2	2.25	2.2
1	2	3	4				49668.3	26921.3	4.6	0.2	2.2	2.05
1	2	3	4				49668.3	25144.9	4.8	0.2	2.05	2
1	2	3	4				49668.3	23198.7	5	0.2	2	1.85

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Catatan:

1. Pompa 1, 2, dan 3 berkapasitas 1,5 m<sup>3</sup>/dtk,
2. Pompa 4, 5, 6, dan 7 berkapasitas 2 m<sup>3</sup>/dtk,

**Tabel 5. 4. Acuan sistem pengoperasian pompa alternatif 2**

Operasional Pompa						Volume Boezem	Storage	Waktu operasional	Selisih Waktu	Pada Elevasi		
						m3	m3	jam	jam	m		
1	2	3	4	5	6	64272.3	1812.7	0.2	0	-0.590	-	-0.500
1	2	3	4	5	6	64272.3	2577.4	0.4	0.2	-0.500	-	-0.400
1	2	3	4	5	6	64272.3	15538.9	0.6	0.2	-0.400	-	0.450
1	2	3	4	5	6	64272.3	27987.7	0.8	0.2	0.450	-	1.200
1	2	3	4	5	6	64272.3	36690.9	1	0.2	1.200	-	1.750
1	2	3	4	5	6	64272.3	49665.2	1.2	0.2	1.750	-	2.550
1	2	3	4	5	6	64272.3	53064.5	1.4	0.2	2.550	-	2.800
1	2	3	4	5	6	64272.3	53296.0	1.6	0.2	2.800	-	2.800
1	2	3	4	5	6	64272.3	54699.3	1.8	0.2	2.800	-	2.900
1	2	3	4	5	6	64272.3	55211.4	2	0.2	2.900	-	2.950
1	2	3	4	5	6	64272.3	54646.3	2.2	0.2	2.950	-	2.850
1	2	3	4	5	6	64272.3	53293.2	2.4	0.2	2.850	-	2.800
1	2	3	4	5	6	64272.3	51221.6	2.6	0.2	2.800	-	2.700
1	2	3	4	5	6	64272.3	48529.0	2.8	0.2	2.700	-	2.500
1	2	3	4	5	6	64272.3	45459.4	3	0.2	2.500	-	2.300
1	2	3	4	5	6	64272.3	44206.6	3.2	0.2	2.300	-	2.250
1	2	3	4	5	6	64272.3	42080.8	3.4	0.2	2.250	-	2.150
1	2	3	4	5	6	64272.3	38356.8	3.6	0.2	2.150	-	1.900
1	2	3	4	5	6	64272.3	34329.4	3.8	0.2	1.900	-	1.650
1		3	4	5		64272.3	30030.0	4	0.2	1.650	-	1.400
1		3	4	5		64272.3	28083.8	4.2	0.2	1.400	-	1.250
1		3	4	5		64272.3	25988.2	4.4	0.2	1.250	-	1.050
1		3	4	5		64272.3	23681.3	4.6	0.2	1.050	-	0.950
1		3	4	5		64272.3	21184.9	4.8	0.2	0.950	-	0.850
1		3	4	5		64272.3	18518.7	5	0.2	0.850	-	0.650

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Catatan:

1. Pompa 1 dan 2, berkapasitas 1,5 m<sup>3</sup>/dtk,
2. Pompa 3, 4, dan 5, berkapasitas 2 m<sup>3</sup>/dtk,

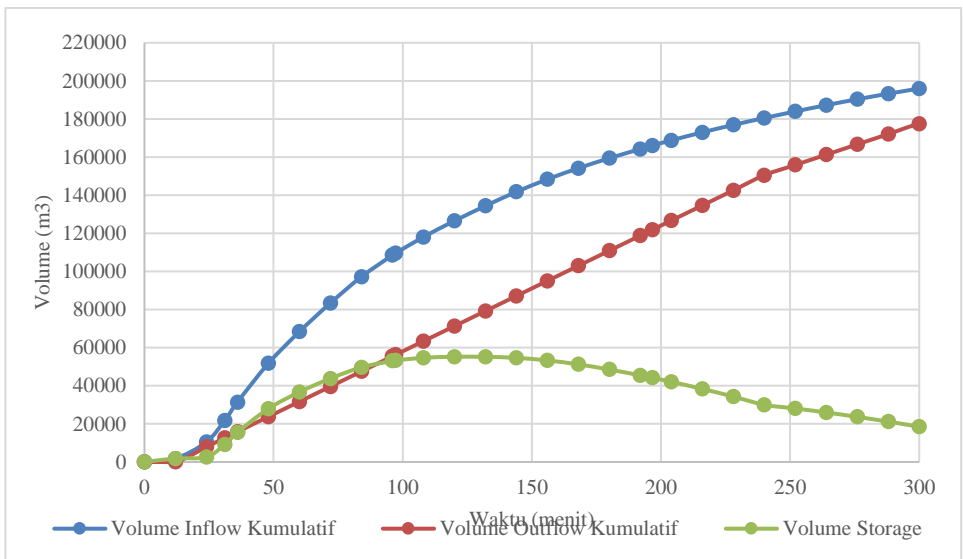
**Tabel 5. 5. Acuan pengoperasian pompa untuk pengosongan boezem bratang**

Operasional Pompa				Volume Boezem	Storage	Waktu operasional	Selisih Waktu	Pada Elevasi		
				m3	m3	jam	jam	m		
1	2	3	4	64272.3	18518.7	0	0	0.650	-	0.650
1	2	3	4	64272.3	13478.7	0.2	0.2	0.650	-	0.350
1	2	3	4	64272.3	8438.7	0.4	0.2	0.350	-	0.000
1	2			64272.3	3398.7	0.6	0.2	0.000	-	-0.350
1	2			64272.3	1238.7	0.8	0.2	-0.350	-	-0.500
1				64272.3	158.7	1	0.2	-0.500	-	-0.590

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Catatan:

- Pompa 1 dan 2, berkapasitas 1,5 m<sup>3</sup>/dtk,
- Pompa 3 dan 4, berkapasitas 2 m<sup>3</sup>/dtk,



**Gambar 5. 2. Grafik perbandingan volume inflow dan volume outflow**

**Tabel 5. 6. Acuan sistem pengoperasian pompa alternatif 3**

Operasional Pompa							Volume Boezem	Storage	Waktu operasional	Selisih Waktu	Pada Elevasi	
							m3	m3	jam	jam	m	
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	1497.4	0.4	0	-	-0.5
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	13378.9	0.6	0.2	-0.5	0.3
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	24747.7	0.8	0.2	0.3	1
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	32370.9	1	0.2	1	1.5
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	38413.4	1.2	0.2	1.5	1.9
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	43185.2	1.4	0.2	1.9	2.3
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	45504.5	1.6	0.2	2.3	2.3
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	46059.3	1.8	0.2	2.3	2.35
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	45491.4	2	0.2	2.35	2.3
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	44368.7	2.2	0.2	2.3	2.25
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	42766.3	2.4	0.2	2.25	2.15
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	40333.2	2.6	0.2	2.15	2
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	37181.6	2.8	0.2	2	1.8
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	33409.0	3	0.2	1.8	1.55
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	29259.4	3.2	0.2	1.55	1.3
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	24800.8	3.4	0.2	1.3	1
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	19996.8	3.6	0.2	1	0.7
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	14889.4	3.8	0.2	0.7	0.4
1	2	3	4	5	6	7	64274.3	14910.0	4	0.2	0.4	0.4
1	2	3	4				64274.3	14763.8	4.2	0.2	0.4	0.4
1	2	3	4				64274.3	14468.2	4.4	0.2	0.4	0.4
1	2	3	4				64274.3	13961.3	4.6	0.2	0.4	0.35
1	2	3	4				64274.3	13264.9	4.8	0.2	0.35	0.35
1	2	3	4				64274.3	12398.7	5	0.2	0.35	0.3

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Catatan:

1. Pompa 1, 2, dan 3 berkapasitas 1,5 m<sup>3</sup>/dtk,
2. Pompa 4, 5, 6, dan 7 berkapasitas 2 m<sup>3</sup>/dtk,

### 5.5. Cek Kinerja Sistem Drainase

Setelah menentukan jumlah pompa untuk Boezem Bratang, dilakukan perhitungan untuk mengecek kinerja sistem drainase Kali Sumo. Perhitungan yang dilakukan yaitu membandingkan antara debit inflow Q10 tahun

dengan debit pompa dan volume boezem sebagai tampungan mati.

### 1. Kondisi Eksisting

Berikut adalah perhitungan reduksi banjir dengan kondisi eksisting. Pompa 6 unit, 1.5 m<sup>3</sup>/s 3 unit, 2 m<sup>3</sup>/s 3 unit, kapasitas boezem 49668,3 m<sup>3</sup>.

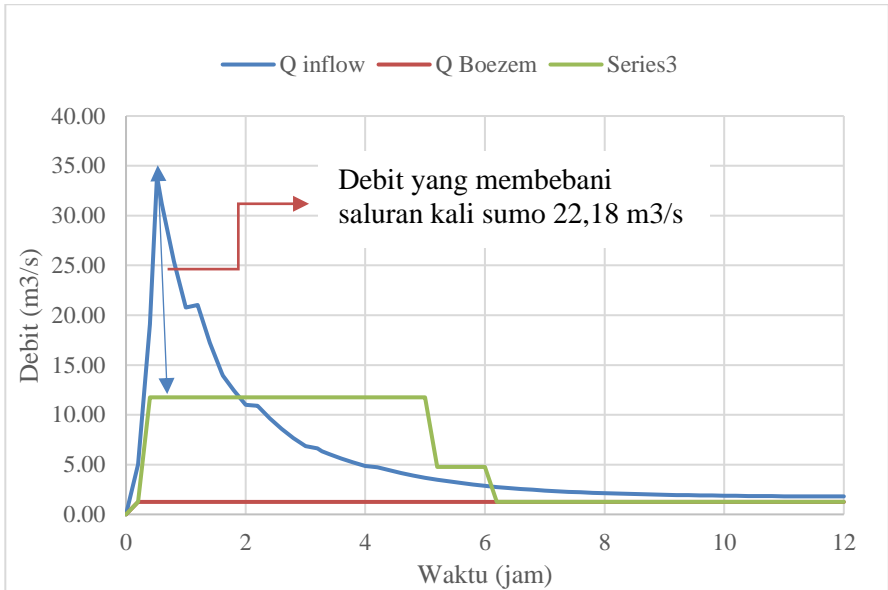
**Tabel 5. 7. Perhitungan reduksi banjir kondisi eksisting**

t jam	Q10 m <sup>3</sup> /s	Qboezem m <sup>3</sup> /s	Q10 m <sup>3</sup> /s	Qpompa m <sup>3</sup> /s	Qtereduksi m <sup>3</sup> /s
1	2	3	4	5	6
0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
0.2	5.04	1.25	3.78	0	3.78
0.4	19.09	1.25	17.84	10.5	7.34
0.5176	33.94	1.25	32.68	10.5	22.18
0.6	31.17	1.25	29.92	10.5	19.42
0.8	25.41	1.25	24.15	10.5	13.65
1	20.77	1.25	19.52	10.5	9.02
1.2	21.02	1.25	19.76	10.5	9.26
1.4	17.24	1.25	15.99	10.5	5.49
1.6	14.20	1.25	12.95	10.5	2.45
1.621	13.92	1.25	12.67	10.5	2.17
1.8	12.43	1.25	11.18	10.5	0.68
2	10.99	1.25	9.74	10.5	-0.76
2.2	10.89	1.25	9.64	10.5	-0.86
2.4	9.66	1.25	8.40	10.5	-2.10
2.6	8.59	1.25	7.33	10.5	-3.17
2.8	7.66	1.25	6.41	10.5	-4.09
3	6.86	1.25	5.61	10.5	-4.89
3.2	6.61	1.25	5.36	10.5	-5.14
3.277	6.35	1.25	5.10	10.5	-5.40
3.4	6.05	1.25	4.80	10.5	-5.70
3.6	5.61	1.25	4.35	10.5	-6.15
3.8	5.21	1.25	3.96	10.5	-6.54
4	4.85	1.25	3.60	10.5	-6.90
4.2	4.74	1.25	3.49	10.5	-7.01
4.4	4.43	1.25	3.18	10.5	-7.32
4.6	4.16	1.25	2.91	10.5	-7.59
4.8	3.91	1.25	2.66	10.5	-7.84



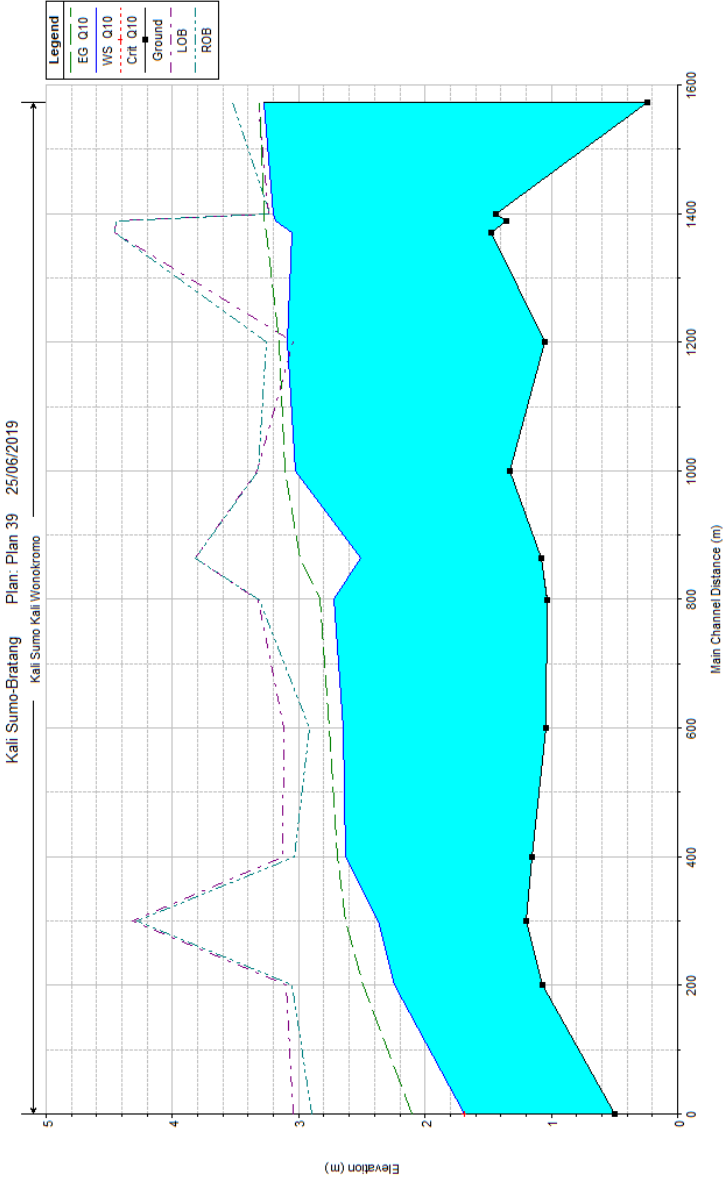
**Tabel 5. 8. Lanjutan perhitungan reduksi banjir kondisi eksisting**

t jam	Q10 m <sup>3</sup> /s	Qboezem m <sup>3</sup> /s	Q10 m <sup>3</sup> /s	Qpompa m <sup>3</sup> /s	Qtereduksi m <sup>3</sup> /s
1	2	3	4	5	6
5	3.69	1.25	2.43	10.5	-8.07
5.2	3.49	1.25	2.23	3.5	-1.27
5.4	3.31	1.25	2.05	3.5	-1.45
5.6	3.15	1.25	1.89	3.5	-1.61
5.8	3.00	1.25	1.75	3.5	-1.75
6	2.87	1.25	1.62	3.5	-1.88
6.2	2.76	1.25	1.50	0	1.50
6.4	2.65	1.25	1.40	0	1.40
6.6	2.56	1.25	1.31	0	1.31
6.8	2.48	1.25	1.22	0	1.22
7	2.40	1.25	1.15	0	1.15
7.2	2.33	1.25	1.08	0	1.08
7.4	2.27	1.25	1.02	0	1.02
7.6	2.22	1.25	0.97	0	0.97
7.8	2.17	1.25	0.92	0	0.92
8	2.13	1.25	0.87	0	0.87
8.2	2.09	1.25	0.84	0	0.84
8.4	2.05	1.25	0.80	0	0.80
8.6	2.02	1.25	0.77	0	0.77
8.8	1.99	1.25	0.74	0	0.74
9	1.97	1.25	0.72	0	0.72
9.2	1.95	1.25	0.69	0	0.69
9.4	1.93	1.25	0.67	0	0.67
9.6	1.91	1.25	0.66	0	0.66
9.8	1.89	1.25	0.64	0	0.64
10	1.88	1.25	0.62	0	0.62
10.2	1.86	1.25	0.61	0	0.61
10.4	1.85	1.25	0.60	0	0.60
10.6	1.84	1.25	0.59	0	0.59
10.8	1.83	1.25	0.58	0	0.58
11	1.82	1.25	0.57	0	0.57



**Gambar 5. 3. Grafik Hubungan antara debit inflow, debit pompa dan kapasitas boezem kondisi eksisting**

Setelah dilakukan perhitungan debit, didapat debit maksimal yang berhasil direduksi sebesar 22,18  $\text{m}^3/\text{s}$ . Hasil dari perhitungan tersebut lalu dicoba running menggunakan aplikasi HEC-RAS. Berikut adalah kondisi potongan memanjang saluran kali sumo eksisting setelah tereduksi.



**Gambar 5. 4. Profil muka air saluran kali sumo setelah tereduksi kondisi eksisting**

## 2. Kondisi Alternatif 1

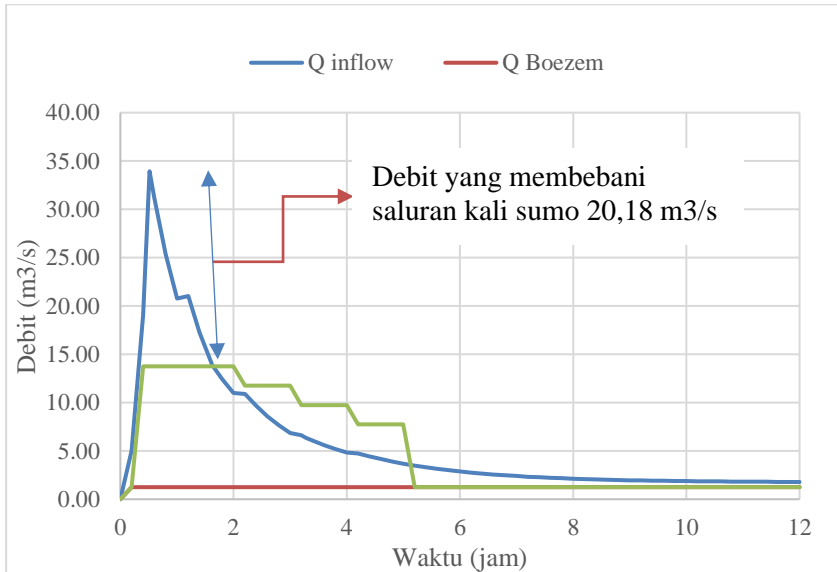
Berikut adalah perhitungan reduksi banjir dengan kondisi saluran eksisting. Pompa 7 unit, 1.5 m<sup>3</sup>/s 3 unit, 2 m<sup>3</sup>/s 4 unit, kapasitas boezem 49668,3 m<sup>3</sup>.

**Tabel 5. 9. Perhitungan reduksi banjir kondisi alternatif 1**

t jam	Q10 m <sup>3</sup> /s	Qboezem m <sup>3</sup> /s	Q10 m <sup>3</sup> /s	Qpompa m <sup>3</sup> /s	Qtereduksi m <sup>3</sup> /s
1	2	3	4	5	6
0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
0.2	5.04	1.25	3.78	0	3.78
0.4	19.09	1.25	17.84	12.5	5.34
0.5176	33.94	1.25	32.68	12.5	20.18
0.6	31.17	1.25	29.92	12.5	17.42
0.8	25.41	1.25	24.15	12.5	11.65
1	20.77	1.25	19.52	12.5	7.02
1.2	21.02	1.25	19.76	12.5	7.26
1.4	17.24	1.25	15.99	12.5	3.49
1.6	14.20	1.25	12.95	12.5	0.45
1.621	13.92	1.25	12.67	12.5	0.17
1.8	12.43	1.25	11.18	12.5	-1.32
2	10.99	1.25	9.74	12.5	-2.76
2.2	10.89	1.25	9.64	10.5	-0.86
2.4	9.66	1.25	8.40	10.5	-2.10
2.6	8.59	1.25	7.33	10.5	-3.17
2.8	7.66	1.25	6.41	10.5	-4.09
3	6.86	1.25	5.61	10.5	-4.89
3.2	6.61	1.25	5.36	8.5	-3.14
3.277	6.35	1.25	5.10	8.5	-3.40
3.4	6.05	1.25	4.80	8.5	-3.70
3.6	5.61	1.25	4.35	8.5	-4.15
3.8	5.21	1.25	3.96	8.5	-4.54
4	4.85	1.25	3.60	8.5	-4.90
4.2	4.74	1.25	3.49	6.5	-3.01
4.4	4.43	1.25	3.18	6.5	-3.32
4.6	4.16	1.25	2.91	6.5	-3.59
4.8	3.91	1.25	2.66	6.5	-3.84

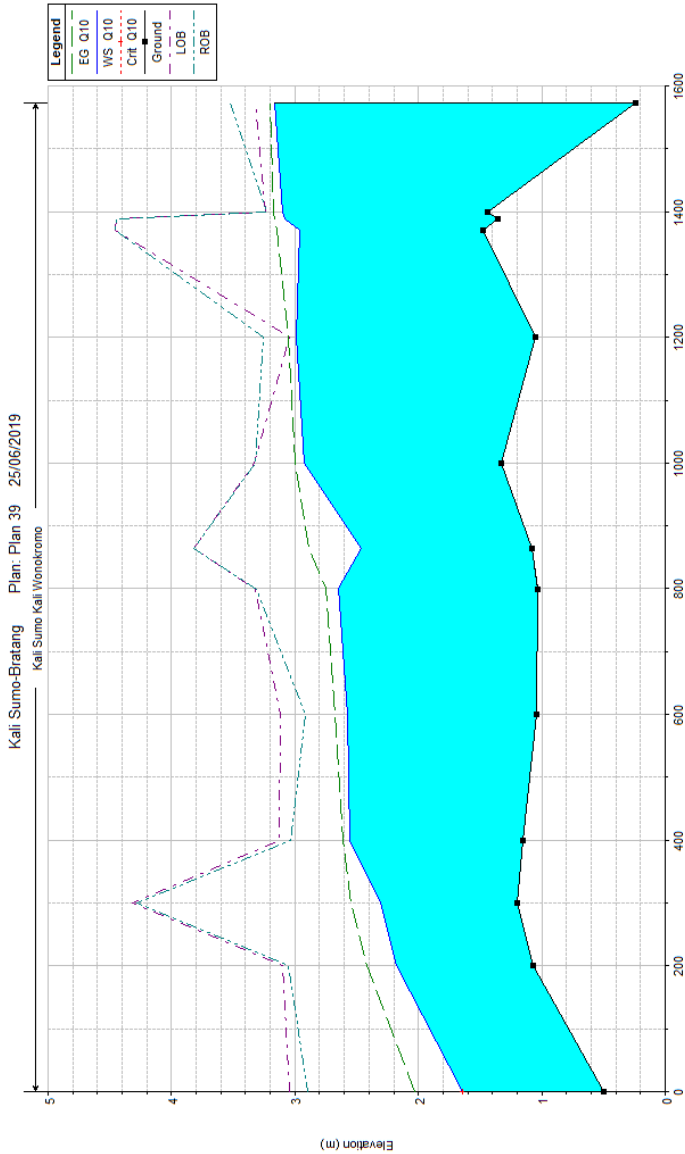
**Tabel 5. 10. Lanjutan perhitungan reduksi banjir kondisi alternatif 1**

t jam	Q10 m3/s	Qboezem m3/s	Q10 m3/s	Qpompa m3/s	Qtereduksi m3/s
1	2	3	4	5	6
5	3.69	1.25	2.43	6.5	-4.07
5.2	3.49	1.25	2.23	0	2.23
5.4	3.31	1.25	2.05	0	2.05
5.6	3.15	1.25	1.89	0	1.89
5.8	3.00	1.25	1.75	0	1.75
6	2.87	1.25	1.62	0	1.62
6.2	2.76	1.25	1.50	0	1.50
6.4	2.65	1.25	1.40	0	1.40
6.6	2.56	1.25	1.31	0	1.31
6.8	2.48	1.25	1.22	0	1.22
7	2.40	1.25	1.15	0	1.15
7.2	2.33	1.25	1.08	0	1.08
7.4	2.27	1.25	1.02	0	1.02
7.6	2.22	1.25	0.97	0	0.97
7.8	2.17	1.25	0.92	0	0.92
8	2.13	1.25	0.87	0	0.87
8.2	2.09	1.25	0.84	0	0.84
8.4	2.05	1.25	0.80	0	0.80
8.6	2.02	1.25	0.77	0	0.77
8.8	1.99	1.25	0.74	0	0.74
9	1.97	1.25	0.72	0	0.72
9.2	1.95	1.25	0.69	0	0.69
9.4	1.93	1.25	0.67	0	0.67
9.6	1.91	1.25	0.66	0	0.66
9.8	1.89	1.25	0.64	0	0.64
10	1.88	1.25	0.62	0	0.62
10.2	1.86	1.25	0.61	0	0.61
10.4	1.85	1.25	0.60	0	0.60
10.6	1.84	1.25	0.59	0	0.59
10.8	1.83	1.25	0.58	0	0.58
11	1.82	1.25	0.57	0	0.57



**Gambar 5. 5. Grafik Hubungan antara debit inflow, debit pompa dan kapasitas boezem kondisi alternatif 1**

Setelah dilakukan perhitungan debit, didapat debit maksimal yang berhasil direduksi sebesar 20,18 m<sup>3</sup>/s. Hasil dari perhitungan tersebut lalu dicoba running menggunakan aplikasi HEC-RAS. Berikut adalah kondisi potongan memanjang saluran kali sumo eksisting setelah tereduksi.



**Gambar 5. 6. Profil muka air saluran kali sumo setelah tereduksi kondisi alternatif 1**

### 3. Kondisi Alternatif 2

Berikut adalah perhitungan reduksi banjir dengan kondisi saluran eksisting. Pompa 6 unit, 1.5 m<sup>3</sup>/s 2 unit, 2 m<sup>3</sup>/s 3 unit, kapasitas boezem 64272,3 m<sup>3</sup>.

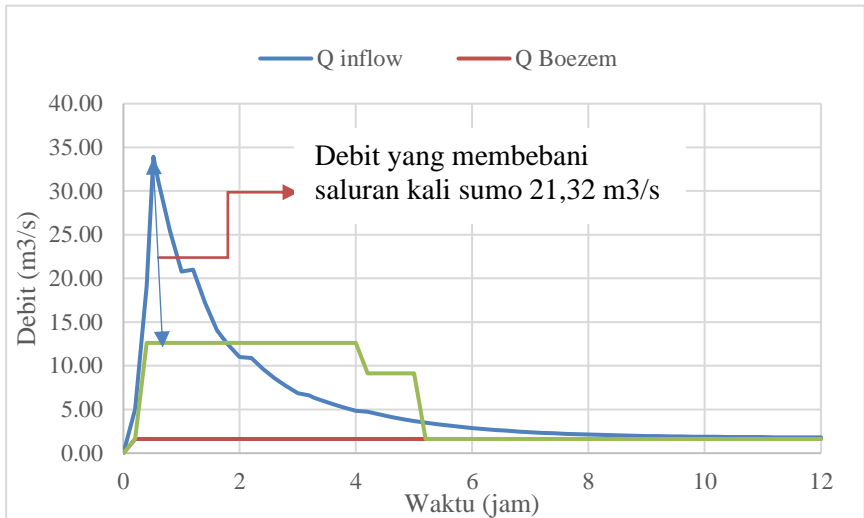
**Tabel 5. 11. Perhitungan reduksi banjir kondisi alternatif 2**

t jam	Q10 m <sup>3</sup> /s	Qboezem m <sup>3</sup> /s	Q10 m <sup>3</sup> /s	Qpompa m <sup>3</sup> /s	Qtereduksi m <sup>3</sup> /s
1	2	3	4	5	6
0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
0.2	5.04	1.62	3.42	0	3.42
0.4	19.09	1.62	17.47	11	6.47
0.5176	33.94	1.62	32.32	11	21.32
0.6	31.17	1.62	29.55	11	18.55
0.8	25.41	1.62	23.79	11	12.79
1	20.77	1.62	19.15	11	8.15
1.2	21.02	1.62	19.40	11	8.40
1.4	17.24	1.62	15.62	11	4.62
1.6	14.20	1.62	12.58	11	1.58
1.621	13.92	1.62	12.30	11	1.30
1.8	12.43	1.62	10.81	11	-0.19
2	10.99	1.62	9.37	11	-1.63
2.2	10.89	1.62	9.27	11	-1.73
2.4	9.66	1.62	8.04	11	-2.96
2.6	8.59	1.62	6.97	11	-4.03
2.8	7.66	1.62	6.04	11	-4.96
3	6.86	1.62	5.24	11	-5.76
3.2	6.61	1.62	4.99	11	-6.01
3.277	6.35	1.62	4.73	11	-6.27
3.4	6.05	1.62	4.43	11	-6.57
3.6	5.61	1.62	3.99	11	-7.01
3.8	5.21	1.62	3.59	11	-7.41
4	4.85	1.62	3.23	11	-7.77
4.2	4.74	1.62	3.12	7.5	-4.38
4.4	4.43	1.62	2.81	7.5	-4.69
4.6	4.16	1.62	2.54	7.5	-4.96
4.8	3.91	1.62	2.29	7.5	-5.21



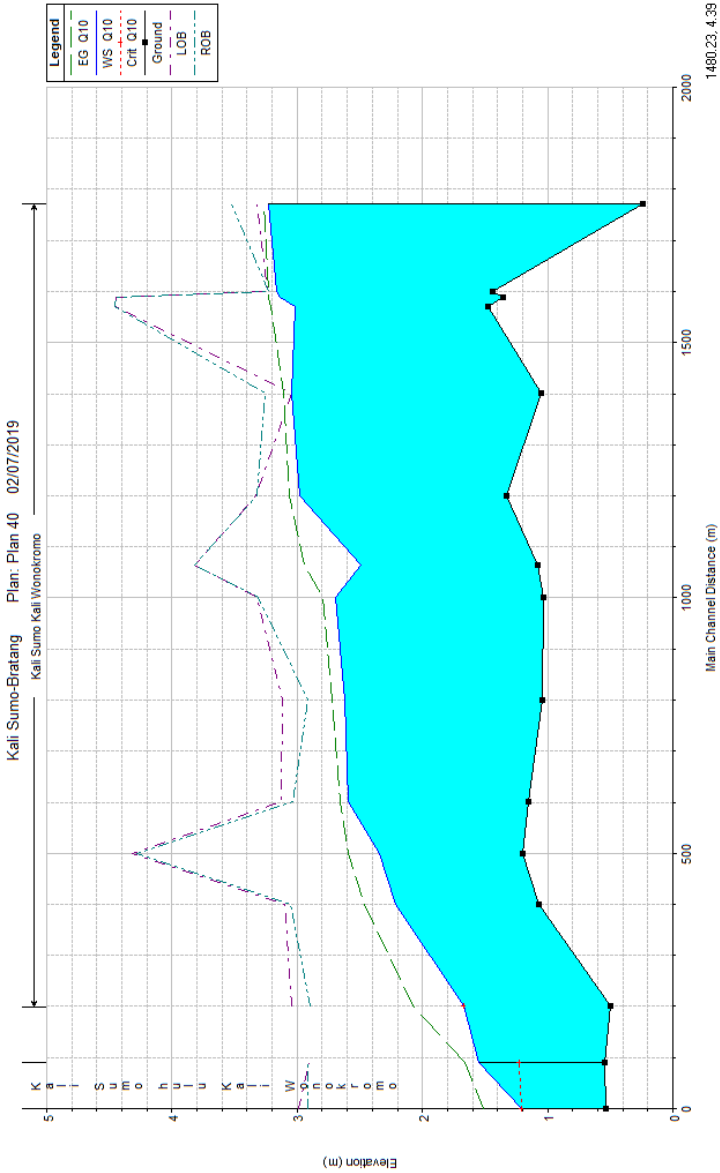
**Tabel 5. 12. Lanjutan perhitungan reduksi banjir alternatif 2**

t jam	Q10 m3/s	Qboezem m3/s	Q10 m3/s	Qpompa m3/s	Qtereduksi m3/s
1	2	3	4	5	6
5	3.69	1.62	2.07	7.5	-5.43
5.2	3.49	1.62	1.87	0	1.87
5.4	3.31	1.62	1.69	0	1.69
5.6	3.15	1.62	1.53	0	1.53
5.8	3.00	1.62	1.38	0	1.38
6	2.87	1.62	1.25	0	1.25
6.2	2.76	1.62	1.14	0	1.14
6.4	2.65	1.62	1.03	0	1.03
6.6	2.56	1.62	0.94	0	0.94
6.8	2.48	1.62	0.85	0	0.85
7	2.40	1.62	0.78	0	0.78
7.2	2.33	1.62	0.71	0	0.71
7.4	2.27	1.62	0.65	0	0.65
7.6	2.22	1.62	0.60	0	0.60
7.8	2.17	1.62	0.55	0	0.55
8	2.13	1.62	0.51	0	0.51
8.2	2.09	1.62	0.47	0	0.47
8.4	2.05	1.62	0.43	0	0.43
8.6	2.02	1.62	0.40	0	0.40
8.8	1.99	1.62	0.37	0	0.37
9	1.97	1.62	0.35	0	0.35
9.2	1.95	1.62	0.33	0	0.33
9.4	1.93	1.62	0.31	0	0.31
9.6	1.91	1.62	0.29	0	0.29
9.8	1.89	1.62	0.27	0	0.27
10	1.88	1.62	0.26	0	0.26
10.2	1.86	1.62	0.24	0	0.24
10.4	1.85	1.62	0.23	0	0.23
10.6	1.84	1.62	0.22	0	0.22
10.8	1.83	1.62	0.21	0	0.21
11	1.82	1.62	0.20	0	0.20



**Gambar 5. 7. Grafik Hubungan antara debit inflow, debit pompa dan kapasitas boezem kondisi alternatif 2**

Setelah dilakukan perhitungan debit, didapat debit maksimal yang berhasil direduksi sebesar 21,82 m<sup>3</sup>/s. Hasil dari perhitungan tersebut lalu dicoba running menggunakan aplikasi HEC-RAS. Berikut adalah kondisi potongan memanjang saluran kali sumo eksisting setelah tereduksi.



**Gambar 5. 8. Profil muka air saluran kali sumo setelah tereduksi kondisi alternatif 2**

## 4. Kondisi Alternatif 3

Berikut adalah perhitungan reduksi banjir dengan kondisi saluran eksisting. Pompa 7 unit, 1.5 m<sup>3</sup>/s 3 unit, 2 m<sup>3</sup>/s 4 unit, kapasitas boezem 64274,3 m<sup>3</sup>.

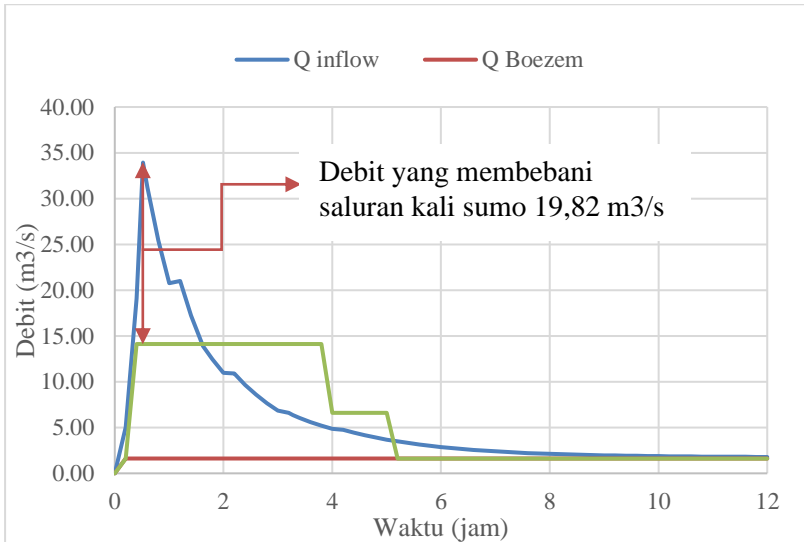
**Tabel 5. 13. Tabel perhitungan reduksi banjir kondisi alternatif 3**

t jam	Q10 m <sup>3</sup> /s	Qboezem m <sup>3</sup> /s	Q10 m <sup>3</sup> /s	Qpompa m <sup>3</sup> /s	Qreduksi m <sup>3</sup> /s
1	2	3	4	5	6
0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
0.2	5.04	1.62	3.42	0	3.42
0.4	19.09	1.62	17.47	12.5	4.97
0.5176	33.94	1.62	32.32	12.5	19.82
0.6	31.17	1.62	29.55	12.5	17.05
0.8	25.41	1.62	23.79	12.5	11.29
1	20.77	1.62	19.15	12.5	6.65
1.2	21.02	1.62	19.40	12.5	6.90
1.4	17.24	1.62	15.62	12.5	3.12
1.6	14.20	1.62	12.58	12.5	0.08
1.621	13.92	1.62	12.30	12.5	-0.20
1.8	12.43	1.62	10.81	12.5	-1.69
2	10.99	1.62	9.37	12.5	-3.13
2.2	10.89	1.62	9.27	12.5	-3.23
2.4	9.66	1.62	8.04	12.5	-4.46
2.6	8.59	1.62	6.97	12.5	-5.53
2.8	7.66	1.62	6.04	12.5	-6.46
3	6.86	1.62	5.24	12.5	-7.26
3.2	6.61	1.62	4.99	12.5	-7.51
3.277	6.35	1.62	4.73	12.5	-7.77
3.4	6.05	1.62	4.43	12.5	-8.07
3.6	5.61	1.62	3.99	12.5	-8.51
3.8	5.21	1.62	3.59	12.5	-8.91
4	4.85	1.62	3.23	5	-1.77
4.2	4.74	1.62	3.12	5	-1.88

*Sumber : Hasil Perhitungan*

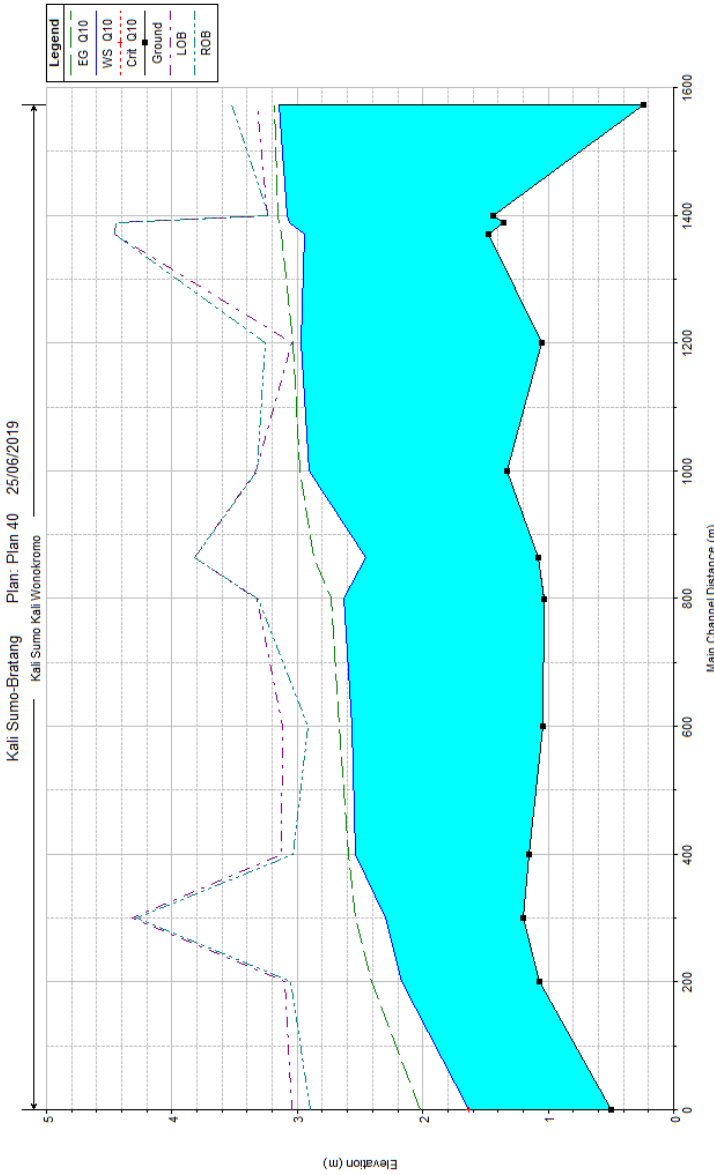
**Tabel 5. 14. Tabel perhitungan reduksi banjir kondisi alternatif 3**

t jam	Q10 m3/s	Qboezem m3/s	Q10 m3/s	Qpompa m3/s	Qreduksi m3/s
1	2	3	4	5	6
4.4	4.43	1.62	2.81	5	-2.19
4.6	4.16	1.62	2.54	5	-2.46
4.8	3.91	1.62	2.29	5	-2.71
5	3.69	1.62	2.07	5	-2.93
5.2	3.49	1.62	1.87	0	1.87
5.4	3.31	1.62	1.69	0	1.69
5.6	3.15	1.62	1.53	0	1.53
5.8	3.00	1.62	1.38	0	1.38
6	2.87	1.62	1.25	0	1.25
6.2	2.76	1.62	1.14	0	1.14
6.4	2.65	1.62	1.03	0	1.03
6.6	2.56	1.62	0.94	0	0.94
6.8	2.48	1.62	0.85	0	0.85
7	2.40	1.62	0.78	0	0.78
7.2	2.33	1.62	0.71	0	0.71
7.4	2.27	1.62	0.65	0	0.65
7.6	2.22	1.62	0.60	0	0.60
7.8	2.17	1.62	0.55	0	0.55
8	2.13	1.62	0.51	0	0.51
8.2	2.09	1.62	0.47	0	0.47
8.4	2.05	1.62	0.43	0	0.43
8.6	2.02	1.62	0.40	0	0.40
8.8	1.99	1.62	0.37	0	0.37
9	1.97	1.62	0.35	0	0.35
9.2	1.95	1.62	0.33	0	0.33
9.4	1.93	1.62	0.31	0	0.31
9.6	1.91	1.62	0.29	0	0.29
9.8	1.89	1.62	0.27	0	0.27
10	1.88	1.62	0.26	0	0.26
10.2	1.86	1.62	0.24	0	0.24
10.4	1.85	1.62	0.23	0	0.23
10.6	1.84	1.62	0.22	0	0.22
10.8	1.83	1.62	0.21	0	0.21
11	1.82	1.62	0.20	0	0.20



**Gambar 5. 9. Grafik Hubungan antara debit inflow, debit pompa dan kapasitas boezem kondisi alternatif 3**

Setelah dilakukan perhitungan debit, didapat debit maksimal yang berhasil direduksi sebesar 19,82 m<sup>3</sup>/s. Hasil dari perhitungan tersebut lalu dicoba running menggunakan aplikasi HEC-RAS. Berikut adalah kondisi potongan memanjang saluran kali sumo eksisting setelah tereduksi.



**Gambar 5. 10. Profil muka air saluran kali sumo setelah tereduksi kondisi alternatif 3**

Setelah menganalisis kinerja sistem dengan kondisi eksisting dan 3 alternatif didapatkan hasil sebagai berikut:

- a. Kondisi eksisting = 22,180 m<sup>3</sup>/s
- b. Kondisi Alternatif 1 = 20,180 m<sup>3</sup>/s
- c. Kondisi Alternatif 2 = 21,320 m<sup>3</sup>/s**
- d. Kondisi Alternatif 3 = 19,820 m<sup>3</sup>/s

Dari ke empat hasil perhitungan diatas dipilih pada **kondisi alternatif 2** karena debit banjir dapat tereduksi **63 %**. Tidak memilih kondisi alternatif 3 dikarenakan pertimbangan tempat penempatan pompa baru dengan kondisi rumah pompa yang tidak cukup meanmpung lebih dari 6 pompa.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB 6

### OPERASI DAN PEMELIHARAAN

#### 6.1. Sistem Operasional

##### 6.1.1. Sistem Operasional Pompa

Definisi operasional sistem pompa drainase adalah suatu kegiatan untuk melakukan operasional pompa (start/stop) sesuai prosedur yang telah ditetapkan dengan tujuan untuk menjaga kondisi ketinggian air dalam suatu sistem sehingga dapat mengurangi terjadinya genangan air akibat air hujan/Rob pada daerah tertentu. Berikut adalah Sistem OP boezem Bratang :

1. Start pompa drainase dilakukan pada saat hujan dan air mulai mengisi boezem bratang.

**Tabel 6. 1. Tabel acuan pengoperasian pompa**

Muka Air (m)		Pompa Aktif	Keterangan
EL.	-0,5	1	Aman
EL.	-0,35	1,2	Aman
EL.	0,00	1,2,3,4	Aman
EL.	1,05	1,2,3,4	Siaga
EL.	1,95	1,2,3,4,5	Waspada
EL.	2,59	1,2,3,4,5,6	Waspada

Catatan:

- Pompa 1 dan 2, berkapasitas 1,5 m<sup>3</sup>/dtk,
  - Pompa 3, 4, dan 5, berkapasitas 2 m<sup>3</sup>/dtk,
2. Pompa berhenti pada saat muka air pada boezem bratang di EL. 0,65 m.
  3. Pompa menyala tidak boleh lebih dari 5 jam, dikarenakan pompa akan panas dan mengakibatkan kerusakan pada pompa.
  4. Jika terjadi hujan terus menerus, pompa diaktifkan secara bergiliran dengan rentang istirahat selama 1 jam

5. Jadwal giliran pompa dilakukan secara bergantian dengan rentang waktu istirahat tiap pompa 1 jam.
6. Jika pada kondisi ekstrim dengan catatan 1 hari hujan penuh maka dilakukan giliran pompa sebagai berikut
  - a. Semua pompa aktif pada saat hujan jam pertama;
  - b. Pompa 1, 3, 4 dan 5 bekerja selama 5 jam;
  - c. Pompa 2, dan 6 aktif selama 4 jam dan istirahat selama 1 jam;
  - d. Pompa 1, 3, 4 dan 5 istirahat selama 1 jam;
  - e. Pompa 2 dan 6 aktif kembali selama 5 jam dan istirahat selama 1 jam;
  - f. Pompa berhenti ketika hujan berhenti atau ketika muka air pada Kali Wonokromo telah surut dan air pada saluran Kali Sumo bisa mengalir menuju Kali Wonokromo secara gravitasi.

Acuan operasional pompa banjir bratang sesuai dengan kondisi alternatif 2 (**Tabel 5. 4 hal. 87**)

### **6.1.2. Sistem OP Boezem Bratang**

Definisi Sisitem OP Boezem Bratang adalah suatu kegiatan untuk melakukan pengecekan boezem Bratang dengan tujuan menjaga kondisi elevasi dasar boezem EL. -0.59 m dari terjadinya pengendapan sedimen. Berikut adalah Sistem OP boezem Bratang :

1. Dilakukan pengerukan sedimentasi di dasar boezem jika terjadi perubahan pada dasar boezem.
2. Dari hasil penelitian terdahulu yang berjudul *Prediksi Sedimentasi Kali Mas Surabaya* (Sa'ud, 2008) dan *Studi Pemetaan Persebaran Sedimen Boezem Morokrengan* (Fitrianingtyas & Slamet, 2018) dihasilkan rata-rata sedimentasi yang terjadi di Kali Surabaya sebesar 12823.5 m<sup>3</sup>/tahun.

3. Setelah dilakukan konversi, rata-rata sedimentasi yang terjadi di Boezem Bratang sebesar 5900 m<sup>3</sup>/tahun
4. Pengerukan boezem Bratang dilakukan secara berkala setiap 6 - 10 bulan sekali atau jika dasar boezem menjadi EL. -0.25 m dari elevasi dasar rencana -EL. -0.59 m. atau endapan mencapai ketinggian 0.3 m
5. Penentuan pengerukan didasarkan pada jumlah sedimen bed load atau lumpur yang ada di Boezem Bratang.
6. Volume sedimen atau lumpur yang harus dikeruk yaitu sebesar 4800 m<sup>3</sup>.
7. Pengangkatan sampah pada trashrack jika terjadi penumpukan
8. Menjaga muka air pada ambang batas kritis agar boezem tidak meluap

### **6.1.3. Sistem OP Saluran Kali Sumo**

Definisi Siste OP saluran Kali Sumo adalah suatu kegiatan untuk melakukan pengecekan saluran Kali Sumo dengan tujuan menjaga kondisi elevasi dasar saluran tidak berubah sesuai dengan dasar saluran rencana. Berikut adalah sistem OP saluran Kali Sumo :

1. Melakukan pengecekan dasar saluran secara berkala agar tidak terjadi pedangkalan akibat sedimen dan endapan.
2. Melakukan pengerukan secara rutin untuk menormalisasi dasar saluran agar sesuai dengan kondisi semula.
3. Jika terjadi kerusakan pada saluran Kali Sumo, segera dilakukan perbaikan pada titik-titik yang terjadi kerusakan.

### **6.2. Pemeliharaan Pompa Banjir Bratang**

Pemeliharaan peralatan sistem pompa drainase berfungsi untuk menjaga / mempertahankan unjuk kerja

(performance) peralatan sistem pompa drainase, sehingga peralatan pompa drainase dalam kondisi baik untuk selalu siap dioperasikan sesuai kondisi yang ditetapkan terutama pada saat pompa tersebut digunakan pada kondisi terjadi genangan air.

Bagaimanapun peralatan yang terpasang untuk menjaga keandalan maka perlu dilakukan pemeliharaan secara periodik.

### 6.2.1. Jenis Pemeliharaan

Adapun jenis pemeliharaan yang dapat dilakukan adalah

#### 1. *Breakdown Maintenance*

Pemeliharaan dilakukan dari peralatan tersebut dari dipasang sampai dengan kondisi rusak (tidak dapat dioperasikan) kemudian dilakukan perbaikan/penggantian.

#### 2. *Periodical Maintenance*

Pemeliharaan dilakukan secara berkala / periodik, bulanan, 6 bulanan dan tahunan pada kondisi peralatan tersebut belum terjadi kerusakan dilakukan pemeliharaan / check.

#### 3. *Predictive Maintenance*

Pemeliharaan dilakukan sesuai dengan kondisi / trend masing-masing peralatan pada yang tidak normal (diatas/dibawah kondisi normal) dengan melakukan pengamatan secara teliti.

Dari ketiga sistem tersebut pada kondisi sekarang pompa banjir bratang menggunakan No.3 dengan alasan.

- a. Pemeliharaan dilakukan sesuai kondisi kerja (*actual condition*)
- b. Jumlah jam pemeliharaan akan lebih pendek
- c. Meningkatkan keandalan peralatan
- d. Biaya pemeliharaan akan berkurang

### 6.2.2. Peralatan Yang Dipelihara

Adapun pada sistem rumah pompa drainase macam peralatan yang dilakukan pemeliharaan:

1. Pompa banjir dan kelengkapannya
2. Genset dan kelengkapannya
3. Pintu air
4. Trash rack
5. Alat angkut (*Conveying*)
6. Intalasi penerangan dan penerangan jalan
7. Utilitas
8. *Water Level*

### 6.2.3. Pemeliharaan Pompa Banjir dan Kelengkapannya

Berikut adalah pelaksanaan pemeliharaan pompa banjir dan kelengkapannya

1. Pembongkaran bagian / part pompa
  - Rumah pompa, Impeller, shaft, kopling , pipa masuk dan buang dll
2. Pembongkaran bagian / part engine/ genset
  - Sistem pendingin, sistem pelumas, system bahan bakar, pipa gas buang
  - Silinder kop, vave, connecting rod, bearing dll
3. Pembongkaran generator
  - Stator, rotor, kipas pendingin bearing dll
4. Pembongkaran motor pompa
  - Stator, rotor, kipas pendingin bearing dll
5. Penggantian dan perbaikan semua bagian/part yang rusak
6. Penyetelan kembali dan pengukuran semua bagian / part
7. Pengujian masing- masing bagian/part, sub sistem yang dilakukan setelah perbaikan
8. Panel *out going* / EP dan *incoming* ICP , CB siap operasional
9. Grounding panel posisi lepas / *off*
10. Panel pompa siap operasional

11. Pengujian seluruh peralatan ; Pompa drainase, engine, genset, motor pompa tanpa beban sampai kondisi normal.
12. Pengujian seluruh peralatan ; Pompa drainase, engine, genset, motor pompa dengan beban sampai kondisi normal
13. Catat kegiatan perbaikan / pemeliharaan, termasuk hasil hasil pengukuran, pengujian dan penggantian part termasuk kelainan pada peralatan pada blangko laporan pemeliharaan
14. Selesai

#### **6.2.4. Pemeliharaan Trashrack**

Terdapat 2 macam Trash Rack yang masing-masing memiliki langkah pemeliharaan yang berbeda.

1. Trashrack Mekanik
  - a. Lumasi oli alat-alat seperti engsel-engselrake and arm dan semua roda-roda diconveyer.
  - b. Perbaiki alat-alat yang rusak atau di ganti dengan yang baru.
  - c. Kabel-kabel penghubung dan komponen-komponen di panel, jika ada yang rusak diganti baru.
2. Trashrack Manual
  - a. Pemeriksaan dan pengecatan bar screen secara berkala
  - b. Perbaiki bar screen yang rusak atau diganti dengan yang baru

#### **6.3. Pemeliharaan Boezem Bratang**

Pemeliharaan Boezem Bratang berfungsi untuk menjaga agar dasar boezem tidak naik akibat penambahan sedimen atau lumpur dan agar volume tampungan tidak berkurang karena terjadinya pendangkalan di boezem.

### 6.3.1. Pengerukan Sedimentasi dan Lumpur

Peralatan yang digunakan adalah ; Excavator phonton, phonton penampungan, kabel sling, Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut ;

1. Excavator phonton bersama sama dengan phonton penampung bergerak dengan menggunakan lengan excavator dari tepi menuju ke tempat lokasi sedimen yang akan diangkat
2. Keruk sedimen dari dasar kolam retensi dengan menggunakan excavator phonton yang berada di tengah kolam retensi dan langsung dimasukkan ke tempat phonton penampungan.
3. Lakukan pekerjaan pengerukan dan pengisian sedimen ke dalam phonton penampung berulang kali sampai bak penampung penuh.



Gambar 6. 1. Pengerukan sedimen dari dasar boezem ke phonton penampung

4. Tarik excavator phonton dan phonton penampung dengan menggunakan sling ke pinggir spoil bank.

**Gambar 6. 2 hal. 120**





Gambar 6. 2. Penarikan phonton penampung ke pinggir boezem menggunakan sling

5. Pindahkan semua sedimen dari phonton penampung dengan menggunakan excavator ke bak penampung



Gambar 6. 3 Memindahkan sedimen dari phonton penampung ke *spoilbank*

6. Tiriskan sedimen di *spoil bank* selama 1 hari
7. Masukkan sedimen dari bak penampung (spoil bank) ke dalam dump truk dengan menggunakan excavator. **Gambar 6. 4 hal. 121**



Gambar 6. 4 Memindahkan sedimen dari spoilbank ke dumptruck

8. Angkut sedimen ke tempat pembuangan yang telah ditentukan.



Gambar 6. 5. Membuang sedimen ke area yang telah ditentukan

#### **6.4. Pemeliharaan Saluran Kali Sumo**

Pemeliharaan Saluran Kali Sumo berfungsi untuk menjaga agar saluran tidak terjadi pedangkalan akibat adanya endapan lumpur. Pemeliharaan juga dilakukan

jika terjadi kerusakan pada saluran seperti longsor di talud dan gerusan akibat banjir.

#### 6.4.1. Pengerukan Endapan Lumpur

Metode kerja ini diterapkan pada saluran drainase yang memiliki lebar saluran antara 3-10 meter. Peralatan yang digunakan adalah : *excavator* dan *dump truck*. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut ;

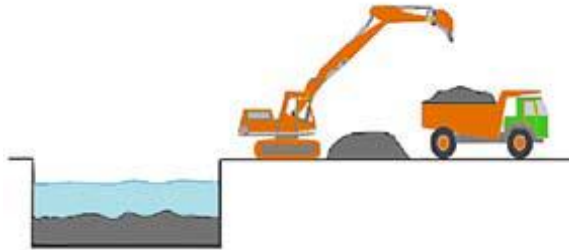
1. Siapkan landasan mesin excavator terlebih dahulu
2. Pastikan alat excavator duduk di landasan yang kuat (tidak longsor) pada pinggir saluran.
3. Excavator berada dipinggir saluran



Gambar 6. 6 Excavator berada dipinggir saluran

4. Excavator menggali sedimen di dasar saluran dan langsung ditumpuk dipinggir saluran drainase.

**Gambar 6. 7 hal. 123**



Gambar 6. 7 Excavator menggali sedimen di dasar saluran dan langsung ditumpuk dipinggir saluran drainase

5. Angkut sedimen ke tempat pembuangan yang telah ditentukan



Gambar 6. 8 Membuang sedimen ke area yang telah ditentukan

#### 6.4.2. Perbaikan Saluran

Peralatan yang digunakan adalah : cangkul, sekop, linggis, kotak kayu bergagang, gerobak dorong, karung plastik, golok, palu, gergaji tangan, molen, pompa air, sendok tembok, *waterpass*, kotak adukan. Sedangkan bahan yang diperlukan adalah : semen, pasir, batu belah, krikil/split. Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut ;

1. Bersihkan atau bongkar bagian pasangan talud yang rusak. **Gambar 6. 9 hal. 124**



Gambar 6. 9 Pembongkaran pasangan talud yang rusak

2. Buat tanggul (kistdam) penahan air ditempat kerja dengan memasangkan karung plastik berisi tanah.



Gambar 6. 10 Proses pembuatan tanggul (kistdam)

3. Buang air dengan menggunakan pompa air dibagian dalam kistdam agar tempat kerja jadi kering. **Gambar 6. 11 hal. 125**



Gambar 6. 11 Proses *dewatering*

4. Gali tanah untuk kepala pondasi sampai pada elevasi yang direncanakan.



Gambar 6. 12 Gali tanah untuk kepala pondasi

5. Buat adukan dengan menggunakan alat molen dengan campuran semen dan pasir (perbandingan 1 : 4)
6. Pasang pasangan batu belah untuk kepala pondasi dan buat pasangan dinding dengan siar timbul dan

rapihkan kembali sisa-sisa adukan yang tidak terpakai.



Gambar 6. 13 Pemasangan batu belah dan pasangan dinding

7. Dinding talud lalu di plester dengan campuran pasir dan semen (perbandingan 1 : 3)
8. Setelah pasangan selesai dan spesi sudah mengering, bongkar tanggul penahan (kistdam) serta mengangkat karungkarung kistdam tersebut
9. Rapihkan semua pekerjaan perbaikan saluran ini.

## BAB 7

### RENCANA ANGGARAN BIAYA OPERASI

#### 7.1. Rencana Biaya Operasi Pompa Bratang

Adapun jenis pekerjaan yang dilakukan untuk operasi boezem bratang adalah operasi pompa banjir bratang

**Tabel 7. 1. Rencana anggaran biaya Operasi Pompa**

No	Deskripsi	Unit	Qty
A	Pompa Sumersible Pump 900 kpl 75. 10 T		
1	Kapasitas Pompa	m3/s	1.5
2	Daya Pompa	kW	75
3	Jumlah Pompa	unit	2
4	Jumlah Daya	kW	150
5	Saringan Sampah	kW	9.6
<b>6</b>	<b>Daya Total</b>	<b>kW</b>	<b>159.6</b>
B	Pompa Sumersible Pump 1000 kpl 110. 12 T		
7	Kapasitas Pompa	m3/s	2
8	Daya Pompa	kW	110
9	Jumlah Pompa	unit	4
10	Jumlah Daya	kW	440
11	Saringan Sampah	kW	9.6
<b>12</b>	<b>Daya Total</b>	<b>kW</b>	<b>449.6</b>
No	Deskripsi	Unit	Qty
D	Ruang Pompa (Listrik PLN)		
1	Rumah Jaga	kW	0.5
2	Rumah Pompa, Utilitas dan Penerangan area Rumah Pompa	kW	3
<b>3</b>	<b>Biaya Listrik PLN/bulan</b>	<b>kW</b>	<b>Rp 1,848,773</b>



**Tabel 7. 2. Lanjutan rencana anggaran biaya Operasi Pompa**

No	Deskripsi	Unit	Qty
E	<b>C825 D5A</b>		
1	Kebutuhan Daya	kW	609.2
2	Kapasitas Genset	kW	660
3	Kebutuhan BBM	Liter/jam	121
4	Jam Operasi	Jam/hari	5
5	Kebutuhan BBM/hari	Liter/hari	605
6	Harga BBM	Rp/Liter	Rp 5,150
7	Biaya BBM/Hari	Rp/Hari	Rp 3,115,750
8	<b>Biaya BBM/Bulan</b>	<b>Rp/bulan</b>	<b>Rp 46,736,250</b>
9	Kapasitas Oli	Liter	83
10	Harga Oli	Rp/Liter	Rp 40,000
11	<b>Biaya Oli/Bulan</b>	<b>Rp/Bulan</b>	<b>Rp 3,320,000</b>
12	<b>Biaya Total Genset</b>	<b>Rp/Bulan</b>	<b>Rp 50,056,250</b>
<b>Total Biaya Listrik PLN dan Genset</b>		<b>Rp/bulan</b>	<b>Rp 51,905,023</b>
<b>Total Biaya Listrik PLN dan Genset</b>		<b>Rp/tahun</b>	<b>Rp 311,430,137</b>

*Sumber : Hasil Perhitungan*

\*Catatan:

1. Diasumsikan pompa menyala hanya 15 hari selama 1 bulan
2. Diasumsikan pompa hanya bekerja pada musim penghujan selama 6 bulan.

**Tabel 7. 3. Rencana anggaran biaya Operasi Pompa untuk pengosongan boezem**

No	Deskripsi	Unit	Qty
A	Pompa Sumersible Pump 900 kpl 75. 10 T		
1	Kapasitas Pompa	m <sup>3</sup> /s	1.5
2	Daya Pompa	kW	75
3	Jumlah Pompa	unit	2
4	Jumlah Daya	kW	150
5	Saringan Sampah	kW	9.6
<b>6</b>	<b>Daya Total</b>	<b>kW</b>	<b>159.6</b>
B	Pompa Sumersible Pump 1000 kpl 110. 12 T		
7	Kapasitas Pompa	m <sup>3</sup> /s	2
8	Daya Pompa	kW	110
9	Jumlah Pompa	unit	2
10	Jumlah Daya	kW	220
11	Saringan Sampah	kW	9.6
<b>12</b>	<b>Daya Total</b>	<b>kW</b>	<b>229.6</b>
No	Deskripsi	Unit	Qty
D	Ruang Pompa (Listrik PLN)		
1	Rumah Jaga	kW	0.5
2	Rumah Pompa, Utilitas	kW	3
	dan Penerangan area Rumah Pompa		
<b>3</b>	<b>Biaya Listrik PLN/bulan</b>	<b>kW</b>	<b>Rp1,848,773</b>

*Sumber : Hasil Perhitungan*

**Tabel 7. 4. Lanjutan rencana anggaran biaya Operasi Pompa untuk pengosongan boezem**

No	Deskripsi	Unit	Qty
E	<b>GENSET MODEL C825 D5A</b>		
1	Kebutuhan Daya	kW	389.2
2	Kapasitas Genset	kW	660
3	Kebutuhan BBM	Liter/jam	81
4	Jam Operasi	Jam/hari	1
5	Kebutuhan BBM/hari	Liter/hari	81
6	Harga BBM	Rp/Liter	Rp 5,150
7	Biaya BBM/Hari	Rp/Hari	Rp 417,150
8	<b>Biaya BBM/Bulan</b>	<b>Rp/bulan</b>	<b>Rp 6,257,250</b>
9	Kapasitas Oli	Liter	83
10	Harga Oli	Rp/Liter	Rp 40,000
11	<b>Biaya Oli/Bulan</b>	<b>Rp/Bulan</b>	<b>Rp 3,320,000</b>
12	<b>Biaya Total Genset</b>	<b>Rp/Bulan</b>	<b>Rp 9,577,250</b>
<b>Total Biaya Listrik PLN dan Genset</b>		<b>Rp/bulan</b>	<b>Rp 11,426,023</b>
<b>Total Biaya Listrik PLN dan Genset</b>		<b>Rp/tahun</b>	<b>Rp 68,556,137</b>

*Sumber : Hasil Perhitungan*

\*Catatan:

1. Diasumsikan pompa menyala hanya 15 hari selama 1 bulan
2. Diasumsikan pompa hanya bekerja pada musim penghujan selama 6 bulan.

## 7.2. Rencana Biaya Pemeliharaan Boezem Bratang

Komponen Sistem Drainase : Boezem Bratang  
 Nama Pekerjaan : Pengerukan sedimen di Boezem Bratang  
 Volume Pekerjaan : 4800 m<sup>3</sup>  
 Pelaksana Kerja : Dinas PU Bina Marga dan Pematuan  
 Kota Surabaya

No.	Uraian Pekerjaan	Vol.	Sat	Harga Sat	Jumlah
				(Rp)	(Rp)
1	Pengerukan sedimen dengan excavator	4800	m <sup>3</sup>	Rp 55,437.00	Rp 266,097,600.00
2	Penarikan phonton ke pinggir dengan sling	1	ls	Rp 10,000,000.00	Rp 10,000,000.00
3	Memindahkan sedimen ke dumptruk	4800	m <sup>3</sup>	Rp 44,688.00	Rp 214,502,400.00
4	Pengangkutan sedimen dengan dumptruk /20km	4800	m <sup>3</sup>	Rp 44,888.00	Rp 215,462,400.00

Total	Rp	706,062,400.00
PPN 10%	Rp	70,606,240.00
Jumlah Biaya	Rp	776,668,640.00
Jumlah Biaya / tahun	Rp	776,668,640.00

Total rencana anggaran biaya untuk operasi dan pemeliharaan boezem Bratang adalah sebesar Rp. 1,156,654,914,- per tahun.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB 8**

### **PENUTUP**

#### **8.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan data maka diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Debit banjir rencana 5 tahun = 33.00 m<sup>3</sup>/s  
Debit banjir rencana 10 tahun = 33.94 m<sup>3</sup>/s  
Setelah diruning HEC-RAS masih terjadi banjir di beberapa titik yaitu SMO00000, SMO00172, SMO00372, SMO00572, menjadikan kinerja sistem drainase Kali Sumo-Bratang menurun menjadi 71%
2. Peningkatan kinerja Kali Sumo yaitu melakukan normalisasi Boezem Bratang sedalam 1 m menjadi EL. -0,59 m dan penambahan pompa banjir bratang menjadi 6 unit dengan kapasitas 1,5 m<sup>3</sup>/s 2 unit, 2 m<sup>3</sup>/s 4 unit. Hal ini meningkatkan kinerja sistem drainase Kali Sumo-Bratang menjadi 100%.
3. Setelah menganalisis kinerja sistem Kali Sumo dengan kondisi eksisting dan 3 alternatif dipilih Kondisi Alternatif 2 dengan Q = 21,320 m<sup>3</sup>/s. dan banjir dapat tereduksi sebesar 63 %.
4. Total rencana anggaran biaya untuk operasi dan pemeliharaan boezem Bratang sebesar Rp.. 1,156,654,914,- per tahun.

#### **8.2. Saran**

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil perhitungan dan analisis ini adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan data hujan yang cukup akan menghindari terjadinya kesalahan analisis distribusi persebaran data.
2. Perlu adanya perawatan berkala untuk boezem, pintu, dan pompa agar sistem dapat berjalan lancar.
3. Adanya peninjauan teknis terhadap operator pompa agar sistem berjalan optimal
4. Perlu adanya kajian tentang sedimentasi di Kali Sumo

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR PUSTAKA

- BAPPEKO, K. S., 2018.a. *Catchmen Area*, Surabaya: s.n.
- BAPPEKO, K. S., 2018.b. *Stasiun Hujan Surabaya*, Surabaya: s.n.
- Bina Marga, K. P. U., 1990. *Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan*. Jakarta: s.n.
- Dinas PU Pengairan, P. J. T., 2018. *Rekapitulasi Curah Hujan Daerah Aliran Sungai Brantas*. Surabaya: s.n.
- Fitrianingtyas, R. & Slamet, A., 2018. Jurnal Teknik ITS. *Studi Pemetaan Persebaran Sedimen Boezem Morokrengan*, Volume 7, p. 7.
- Matlufi & Lesmana, 2009. *Sistem Pengoperasian Pompa Pada Sistem Drainase Kali Sumo (Boezem Bratang) Kota Surabaya*. Surabaya: s.n.
- Pekerjaan Umum, K., 2009. *Pedoman Operasi Dan Pemeliharaan Prasarana Dan Sarana Drainase Perkotaan*. Jakarta: s.n.
- Pekerjaan Umum, K., 2013. *Tata Cara Perencanaan, Pelaksanaan, Operasi dan Pemeliharaan Sistem Pompa*. Jakarta: s.n.
- Ramadani, M., Fauzi, M. & Handayani, Y. L., 2010. Permodelan Parameter  $\alpha$  Pada Hidrograf Satuan Sintetik Nakyasu (Studi Bandung Dengan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I. Volume I, p. 7.
- Sa'ud, I., 2008. Jurnal Aplikasi. *Prediksi Sedimentasi Kali Mas Surabaya*, Volume 4, p. 7.
- Soemarto, C. D., 1999. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.



Soewarno, 1995. *Hidrologi : Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Jakarta: M O V A.

Triatmojo, B., 2010. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.

Veroza, W. B. & Harnadi, R., 2015. *Pengaruh Perbaikan kali Wonokromo Terhadap Performa Drainase Sumo*. Surabaya: s.n.

## LAMPIRAN

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**DATA CURAH HUJAN HARIAN**

Tahun 2003

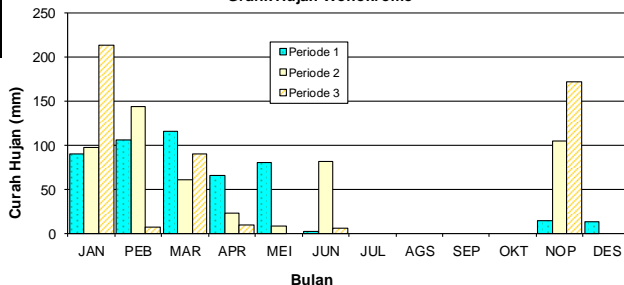
<b>NAMA STASIUN</b>	<b>WONOKROMO</b>
Kode stasiun	
Lintang Selatan	07.17,967
Bujur Timur	112.44,359
Elevasi	m dpl

Wilayah Sungai	Surabaya	Kode Database	
Desa	Ngagel	Tahun pendirian	
Kecamatan	WONOKROMO	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	Kota Surabaya	Pengelola	Balai Surabaya

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	4	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	9.6	0	16	0	39	0	0	0	0	0	13.5	13
3	27.1	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	21.9	21.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	35	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	6.5	0.7	1	4.7	11	0	0	0	0	0	0	0
7	0	4.5	13.5	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	10.5	22.5	2	0	0	0	0	0	0
9	2.6	6	12.2	24.6	6.3	0	0	0	0	0	0	0
10	4.5	13.2	51.2	26	0	0	0	0	0	0	0	0
11	5	38.6	27.5	14	7	0	0	0	0	0	0	0
12	31.1	2.1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
13	11	0	2.2	9	1.5	0	0	0	0	0	0	0
14	9.5	31.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	42	0
15	23.7	35.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	15.2	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0
18	0	0.7	0	0	0	15	0	0	0	0	22	0
19	3.5	19.8	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0
20	13	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0
21	28.5	0	5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	4.1	23	0	0	5	0	0	0	0	21	0
23	21.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
25	19.3	3	8.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	7	0.2	25	0	0	0	0	0	0	0	10	0
28	15.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0
29	3.4		0	0	0	0	0	0	0	0	76	0
30	71.2		27.5	9	0	0	0	0	0	0	0	0
31	42.5		0		0		0					0
<b>BULANAN</b>	<b>399</b>	<b>257</b>	<b>265</b>	<b>98</b>	<b>88</b>	<b>88</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>290</b>	<b>13</b>
Periode 1	89	106	115	66	80	2	0	0	0	0	14	13
Periode 2	97	143	60	23	9	81	0	0	0	0	104	0
Periode 3	213	7	90	9	0	5	0	0	0	0	172	0
Maksimum	71	39	51	26	39	40	0	0	0	0	76	13
Hari Hujan	23	18	15	7	7	6	0	0	0	0	10	1

Tahunan	1498
Hujan Maks	76
Hari Hujan	87

Grafik Hujan Wonokromo



**DATA CURAH HUJAN HARIAN**

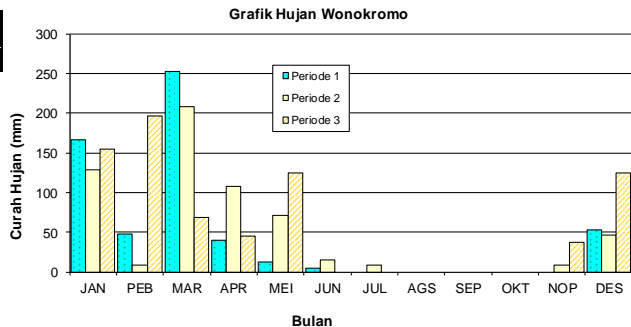
Tahun 2004

<b>NAMA STASIUN</b>	<b>WONOKROMO</b>
Kode stasiun	
Lintang Selatan	07.17,967
Bujur Timur	112.44,359
Elevasi	m dpl

Wilayah Sungai	Surabaya	Kode Database	
Desa	Ngagel	Tahun pendirian	
Kecamatan	WONOKROMO	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	Kota Surabaya	Pengelola	Balai Surabaya

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	27	0	3	0	0	0	0	0	0	27
3	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	12
4	0	14	56	38	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	58	0	13	0	9	0	0	0	0	0	0	14
7	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	10	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	18	0	44	2	0	5	0	0	0	0	0	0
11	40	0	42	66	0	15	0	0	0	0	0	0
12	2	0	59	2	0	0	0	0	0	0	0	22
13	0	0	16	14	1	0	1	0	0	0	0	0
14	30	1	35	0	3	0	0	0	0	0	0	0
15	12	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	24
16	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0
17	24	0	0	0	52	0	7	0	0	0	0	0
18	0	3	35	25	0	0	0	0	0	0	0	0
19	20	0	4	0	0	0	0	0	0	0	9	0
20	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	35	13	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	3	42	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	6	19
24	0	44	0	0	5	0	0	0	0	0	10	0
25	1	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
26	0	12	0	38	15	0	0	0	0	0	9	0
27	62	3	36	3	60	0	0	0	0	0	0	0
28	1	8	0	0	45	0	0	0	0	0	12	0
29	19	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
30	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>BULANAN</b>	<b>448</b>	<b>253</b>	<b>529</b>	<b>192</b>	<b>208</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>46</b>	<b>224</b>
Periode 1	166	48	253	40	12	5	0	0	0	0	0	53
Periode 2	128	9	208	107	71	15	8	0	0	0	9	46
Periode 3	154	196	68	45	125	0	0	0	0	0	37	125
Maksimum	78	44	92	66	60	15	7	0	0	0	12	64
Hari Hujan	19	18	18	9	10	2	2	0	0	0	5	8

Tahunan	1928
Hujan Maks.	92
Hari Hujan	91



**DATA CURAH HUJAN HARIAN**

Tahun 2005

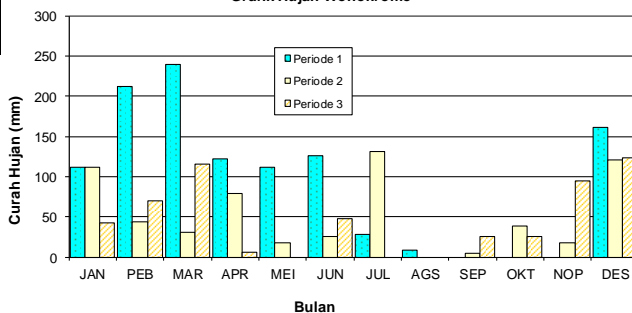
<b>NAMA STASIUN</b>	<b>WONOKROMO</b>
Kode stasiun	07.17.967
Lintang Selatan	112.44.359
Bujur Timur	m dpl

Wilayah Sungai	Surabaya	Kode Database	
Desa	Ngagel	Tahun pendirian	
Kecamatan	WONOKROMO	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	Kota Surabaya	Pengelola	Balai Surabaya

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NO P	DES
1	27	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	29
2	0	0	10	85	61	0	0	0	0	0	0	22
3	14	29	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	33	23	0	0	0	0	8	0	0	0	25
5	0	0	0	19	0	30	0	0	0	0	0	31
6	12	0	23	0	18	62	19	0	0	0	0	0
7	16	0	58	14	26	5	0	0	0	0	0	8
8	37	0	39	4	0	29	0	0	0	0	0	26
9	0	95	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	6	55	15	0	6	0	0	0	0	0	0	20
11	65	0	0	9	8	0	15	0	4	0	9	0
12	0	12	0	4	9	0	90	0	0	0	0	7
13	6	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	16
14	4	10	0	0	0	1	11	0	0	14	0	1
15	12	6	11	58	0	2	0	0	0	0	0	68
16	0	4	0	0	0	12	0	0	0	0	0	2
17	0	12	0	0	0	0	15	0	0	0	0	22
18	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	20	0	0	0	0	0	0	18	0	0
20	0	0	0	0	0	10	0	0	0	7	9	5
21	0	21	24	0	0	6	0	0	0	0	22	38
22	8	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23	0	22	0	0	0	29	0	0	0	0	0	30
24	0	12	2	0	0	0	0	0	0	25	60	0
25	9	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	24
26	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	7
27	0	15	0	0	0	5	0	0	0	0	0	3
28	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	18
30	0	4	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>BULANAN</b>	267	326	385	207	128	198	159	8	29	64	112	405
Periode 1	112	212	239	122	111	126	28	8	0	0	0	161
Periode 2	112	44	31	79	17	25	131	0	4	39	18	121
Periode 3	43	70	115	6	0	47	0	0	25	25	94	123
Maksimum	65	95	58	85	61	62	90	8	25	25	60	68
Hari Hujan	14	13	16	9	6	12	6	1	2	4	5	21

Tahunan	2288
Hujan Maks	95
Hari Hujan	109

Grafik Hujan Wonokromo



**DATA CURAH HUJAN HARIAN**

Tahun 2006

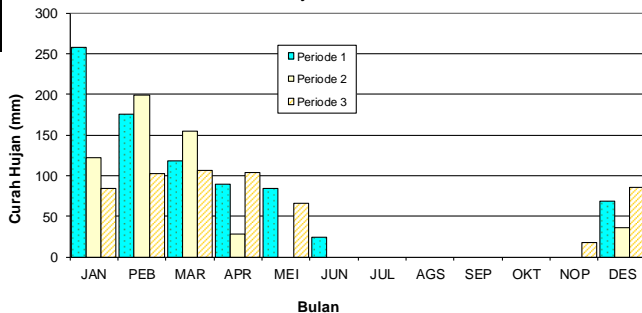
<b>NAMA STASIUN</b>	<b>WONOKROMO</b>
Kode stasiun	
Lintang Selatan	07.17,967
Bujur Timur	112.44,359
Elevasi	m dpl

Wilayah Sungai	Surabaya	Kode Database	
Desa	Ngagel	Tahun pendirian	
Kecamatan	WONOKROMO	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	Kota Surabaya	Pengelola	Balai Surabaya

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	4	12	17	42	18	12	0	0	0	0	0	0
2	9	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	10	0	0	12	0	0	0	0	0	51
4	100	3	30	3	0	0	0	0	0	0	0	0
5	15	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	17
6	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	41	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	20	37	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	37	5	0	0	0	0	0	0	0
10	61	63	0	3	56	0	0	0	0	0	0	0
11	10	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	8	0	17	20	0	0	0	0	0	0	0	0
13	7	67	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0
16	22	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	21	24	18	0	0	0	0	0	0	0	0	22
18	8	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	29	63	0	0	0	0	0	0	0	0	14
20	0	49	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	15	0	13	0	0	0	0	0	0	0	15
22	0	35	4	0	8	0	0	0	0	0	0	0
23	0	15	26	8	0	0	0	0	0	0	0	0
24	25	13	8	0	0	0	0	0	0	0	0	3
25	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	25	0	0	18	0	0	0	0	0	3	2
28	0	0	23	0	1	0	0	0	0	0	14	0
29	38	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
30	0	0	0	59	11	0	0	0	0	0	0	53
31	18	0	0	28	28	0	0	0	0	0	0	0
<b>BULANAN</b>	<b>464</b>	<b>478</b>	<b>379</b>	<b>222</b>	<b>150</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>189</b>
Periode 1	258	176	118	90	84	24	0	0	0	0	0	68
Periode 2	122	199	155	28	0	0	0	0	0	0	0	36
Periode 3	84	103	106	104	66	0	0	0	0	0	17	85
Maksimum	100	67	63	59	56	12	0	0	0	0	14	53
Hari Hujan	19	16	18	11	9	2	0	0	0	0	2	9

Tahunan	1923
Hujan Maks	100
Hari Hujan	86

Grafik Hujan Wonokromo



**DATA CURAH HUJAN HARIAN**

Tahun 2007

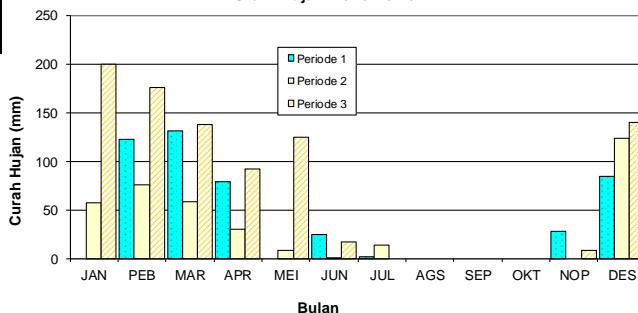
<b>NAMA STASIUN</b>	<b>WONOKROMO</b>
Kode stasiun	
Lintang Selatan	07.17.967
Bujur Timur	112.44.359
Elevasi	m dpl

Wilayah Sungai	Surabaya	Kode Database	
Desa	Ngagel	Tahun pendirian	
Kecamatan	WONOKROMO	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	Kota Surabaya	Pengelola	Balai Surabaya

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	13	72	6	0	8	2	0	0	0	2	0
2	0	5	12	33	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	20	9	7	0	0	0	0	0	0	11	3
4	0	24	0	0	0	10	0	0	0	0	0	55
5	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	15	0
6	0	36	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	11	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	26
10	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
12	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	14	0	17	0	0	0	12	0	0	0	0	0
15	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
16	9	18	24	7	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	13	0	0	0	2	0	0	0	0	18
18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82
19	30	0	2	11	0	0	0	0	0	0	0	19
20	0	19	2	6	8	1	0	0	0	0	0	0
21	0	18	36	0	0	11	0	0	0	0	0	61
22	16	18	0	4	107	0	0	0	0	0	0	5
23	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	47	41	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
26	0	19	10	14	0	0	0	0	0	0	0	59
27	5	42	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0
28	1	38	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2
29	0		0	0	6	6	0	0	0	0	0	0
30	22		22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	31		69		11		0					6
<b>BULANAN</b>	<b>256</b>	<b>374</b>	<b>327</b>	<b>201</b>	<b>132</b>	<b>43</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>347</b>
Periode 1	0	122	131	79	0	25	2	0	0	0	28	84
Periode 2	57	76	58	30	8	1	14	0	0	0	0	123
Periode 3	199	176	138	92	124	17	0	0	0	0	8	140
Maksimum	77	42	72	67	107	11	12	0	0	0	15	82
Hari Hujan	11	18	15	14	4	6	3	0	0	0	4	13

Tahunan	1732
Hujan Maks	107
Hari Hujan	88

Grafik Hujan Wonokromo





**DATA CURAH HUJAN HARIAN**

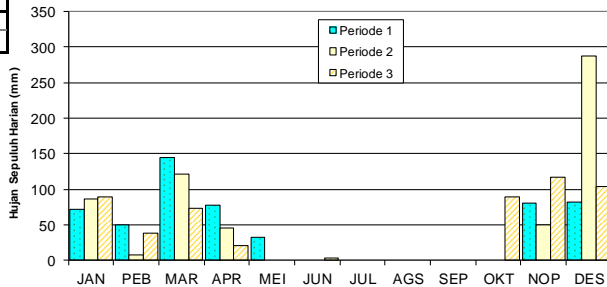
Tahun 2008

NAMA STASIUN		WONOKROMO
Kode stasiun	07.17.967	
Lintang Selatan	112.44.359	
Bujur Timur	m dpl	
Elevasi		

Wilayah Sungai	Surabaya	Kode Database	
Desa	Ngagel	Tahun pendirian	
Kecamatan	WONOKROMO	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	Kota Surabaya	Pengelola	Balai Surabaya

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0
2	29	0	36	0	27	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	7	0	0	0	0	0	0	60	9	0
4	18	17	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	9	7	0	4	0	0	0	0	0	18	0
6	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0
7	15	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	47
8	2	19	19	0	0	0	0	0	0	0	0	11
9	8	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	3	24	0	0	0	0	0	0	0	0	15
11	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	20	23
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	56
14	0	5	45	0	0	0	0	0	0	0	0	21
15	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72
16	40	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	60
17	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
18	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	3
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	30	13
21	20	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	26	0	0	11	0	0	0	0	0	0	3	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	10	0	0	0	0	0	0	20	8	0
25	0	30	17	0	0	0	0	0	0	0	20	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	0	0
27	0	9	4	0	0	3	0	0	0	4	0	26
28	36	0	7	10	0	0	0	0	0	0	5	70
29	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	3		0						65			8
BULANAN	248	96	339	144	33	3	0	0	0	89	247	473
Periode 1	72	50	144	77	33	0	0	0	0	0	80	82
Periode 2	86	7	122	46	0	0	0	0	0	0	50	287
Periode 3	90	39	73	21	0	3	0	0	0	89	117	104
Maksimum	40	30	70	52	27	3	0	0	0	65	81	72
Hari Hujan	14	9	15	6	3	1	0	0	0	3	10	15

Tahunan	1672
Hujan Maks	81
Hari Hujan	76



### DATA CURAH HUJAN HARIAN

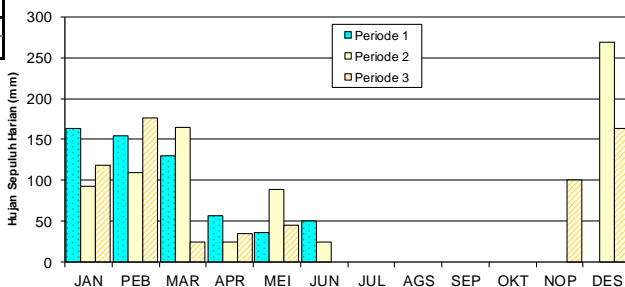
Tahun 2009

NAMA STASIUN	WONOKROMO
Kode stasiun	07.17.967
Lintang Selatan	112.44.359
Bujur Timur	
Elevasi	m dpl

Wilayah Sungai	Surabaya	Kode Database	
Desa	Ngegel	Tahun pendirian	
Kecamatan	WONOKROMO	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	Kota Surabaya	Pengelola	Balai Surabaya

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	8	0	16	52	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	15	27	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	2	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0
5	21	11	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	10	3	22	5	0	0	0	0	0	0	0	0
7	3	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	104	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	48	0	36	45	0	0	0	0	0	0
11	4	0	0	0	23	25	0	0	0	0	0	17
12	31	5	84	0	8	0	0	0	0	0	0	28
13	31	0	0	6	10	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
15	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
16	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
17	15	0	73	0	6	0	0	0	0	0	0	84
18	0	7	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	1	22	0	0	0	0	0	0	0
20	12	20	8	18	6	0	0	0	0	0	0	0
21	10	8	0	12	0	0	0	0	0	0	0	60
22	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0
23	0	6	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
24	35	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	6	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	71	0	0	25	0	0	0	0	0	34	0
27	0	2	0	16	0	0	0	0	0	0	18	9
28	0	41	0	0	5	0	0	0	0	0	12	0
29	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	85
30	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	74	0	5	0	10	0	0	0	0	0	0	5
<b>BULANAN</b>	<b>375</b>	<b>440</b>	<b>320</b>	<b>117</b>	<b>170</b>	<b>75</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>433</b>
Periode 1	163	155	130	57	36	50	0	0	0	0	0	0
Periode 2	93	109	165	25	89	25	0	0	0	0	0	269
Periode 3	119	176	25	35	45	0	0	0	0	0	100	164
Maksimum	104	72	84	52	36	45	0	0	0	0	36	85
Hari Hujan	15	19	11	9	12	3	0	0	0	0	4	11

Tahunan	2030
Hujan Maks	104
Hari Hujan	84



**DATA CURAH HUJAN HARIAN**

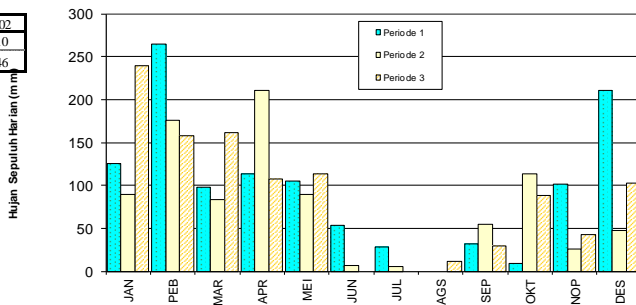
Tahun 2010

<b>NAMA STASIUN</b>	<b>WONOKROMO</b>
Kode stasiun	07.17,967
Lintang Selatan	112,44,359
Bujur Timur	2 m dpl

Wilayah Sungai	Surabaya	Kode Database	
Desa	Ngagel	Tahun pendirian	
Kecamatan	WONOKROMO	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	Kota Surabaya	Pengelola	UPT Surabaya

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	45	0	16	24	13	0	0	0	0	0	18	15
2	35	18	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	58	12	22	37	0	13	0	0	0	0	110
4	0	60	0	0	0	3	0	0	0	0	0	21
5	5	26	28	0	0	7	0	0	0	0	15	0
6	0	46	14	53	0	6	0	0	20	0	16	56
7	0	27	3	0	0	20	0	0	12	0	53	0
8	38	13	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
9	3	14	0	0	10	17	0	0	0	9	0	0
10	0	3	15	4	45	0	15	0	0	0	0	9
11	40	6	0	23	14	7	0	0	3	0	12	0
12	5	7	12	42	3	0	5	0	11	0	0	0
13	4	19	0	10	25	0	0	0	4	3	0	0
14	0	4	0	15	8	0	0	0	6	0	0	4
15	0	20	0	15	0	0	0	0	0	0	0	17
16	0	0	0	75	0	0	0	0	7	58	0	0
17	0	0	0	6	22	0	0	0	0	15	14	9
18	0	5	0	21	0	0	0	0	18	38	0	0
19	0	40	42	0	5	0	0	0	0	0	0	0
20	40	75	30	4	12	0	0	0	6	0	0	18
21	48	20	17	0	0	0	0	0	4	12	22	0
22	15	0	0	10	20	0	0	0	6	38	0	0
23	20	75	0	15	23	0	0	0	8	0	0	12
24	30	0	56	4	49	0	0	12	11	0	0	42
25	38	0	69	21	18	0	0	0	0	0	10	0
26	30	50	0	23	0	0	0	0	0	0	0	37
27	5	13	0	20	0	0	0	0	0	0	0	12
28	17	0	20	15	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
30	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0
31	19	0	0	3	0	0	0	0	30	0	0	0
<b>BULANAN</b>	<b>454</b>	<b>599</b>	<b>344</b>	<b>433</b>	<b>307</b>	<b>60</b>	<b>33</b>	<b>12</b>	<b>116</b>	<b>211</b>	<b>171</b>	<b>362</b>
Periode 1	126	265	98	114	105	53	28	0	32	9	102	211
Periode 2	89	176	84	211	89	7	5	0	55	114	26	48
Periode 3	239	158	162	108	113	0	0	12	29	88	43	103
Maksimum	48	75	69	75	49	20	15	12	20	58	53	110
Hari Hujan	19	21	14	22	16	6	3	1	13	9	9	13

Tahunan	3102
Hujan Maks	110
Hari Hujan	146



**DATA CURAH HUJAN HARIAN**

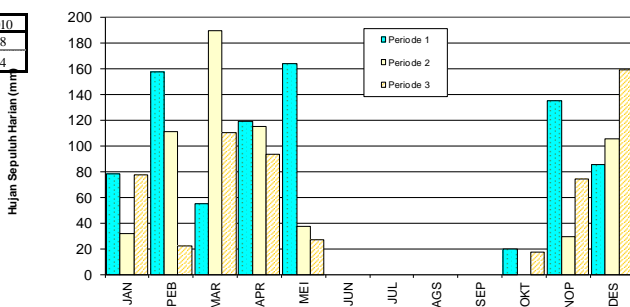
Tahun 2011

<b>NAMA STASIUN</b>	<b>WONOKROMO</b>
Kode stasiun	0
Lintang Selatan	07.17,967
Bujur Timur	112,44,359
Elevasi	2 m dpl

Wilayah Sungai	Surabaya	Kode Database	
Desa	Ngagel	Tahun pendirian	
Kecamatan	WONOKROMO	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	Kota Surabaya	Pengelola	UPT Surabaya

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	26	50	40	21	72	0	0	0	0	0	0	0
2	0	38	4	39	8	0	0	0	0	0	0	29
3	20	0	0	3	29	0	0	0	0	0	15	0
4	15	14	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	43
6	0	0	0	8	26	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	11	31	0	0	0	0	0	0	0	13
8	3	32	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0
9	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	98	0
10	12	23	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0
11	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	25	82	0	18	0	0	0	0	0	0	20
13	0	14	59	52	0	0	0	0	0	0	7	0
14	18	45	6	0	8	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
17	4	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	22	33
19	0	5	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0
20	10	0	9	0	11	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0
24	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
25	13	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	31
26	24	0	53	44	0	0	0	0	0	0	0	19
27	0	0	0	12	0	0	0	0	0	17	0	31
28	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
29	0	0	31	15	27	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	14	0
31	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
<b>BULANAN</b>	<b>187</b>	<b>290</b>	<b>354</b>	<b>327</b>	<b>228</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>37</b>	<b>238</b>	<b>349</b>
Periode 1	78	157	55	119	164	0	0	0	0	20	135	85
Periode 2	32	111	189	115	37	0	0	0	0	0	29	105
Periode 3	77	22	110	93	27	0	0	0	0	17	74	159
Maksimum	33	50	82	52	72	0	0	0	0	20	98	58
Hari Hujan	13	13	12	13	10	0	0	0	0	2	9	12

Tahunan	2010
Hujan Maks	98
Hari Hujan	84



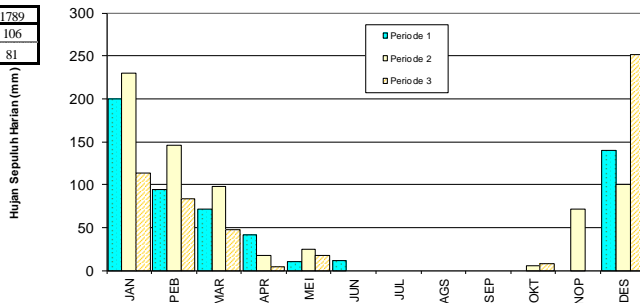
**DATA CURAH HUJAN HARIAN**Tahun **2012**

<b>NAMA STASIUN</b>	<b>WONOKROMO</b>
Kode stasiun	0
Lintang Selatan	07.17.967
Bujur Timur	112.44.359
Elevasi	2 m dpl

Wilayah Sungai	Surabaya	Kode Database	
Desa	Ngagel	Tahun pendirian	
Kecamatan	WONOKROMO	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	Kota Surabaya	Pengelola	UPT Surabaya

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	106	11	15	0	0	0	0	0	0	0	0	37
2	18	9	0	9	0	0	0	0	0	0	0	29
3	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	47
4	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	32	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	5
6	21	0	23	0	0	11	0	0	0	0	0	0
7	0	5	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	24	10	14	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	23	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
11	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
12	7	24	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
13	0	12	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	15	11	0	6	0	0	0	0	0	0	0
15	58	0	7	18	19	0	0	0	0	0	0	25
16	65	45	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	11
18	17	2	21	0	0	0	0	0	0	0	27	11
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
20	83	4	20	0	0	0	0	0	0	0	41	29
21	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	5	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	17	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
26	0	18	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	33	4	0	0	0	0	0	0	0	63
28	0	23	0	0	0	0	0	0	0	8	0	34
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
30	65		0	0	18	0	0	0	0	0	0	45
31	18		0		0							62
<b>BULANAN</b>	<b>544</b>	<b>324</b>	<b>216</b>	<b>64</b>	<b>53</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>71</b>	<b>492</b>
Periode 1	200	94	71	42	10	11	0	0	0	0	0	140
Periode 2	230	146	98	18	25	0	0	0	0	6	71	100
Periode 3	114	84	47	4	18	0	0	0	0	8	0	252
Maksimum	106	45	33	19	19	11	0	0	0	8	41	63
Hari Hujan	16	18	15	5	4	1	0	0	0	2	3	17

Tahunan	1789
Hujan Maks	106
Hari Hujan	81



**DATA CURAH HUJAN HARIAN**

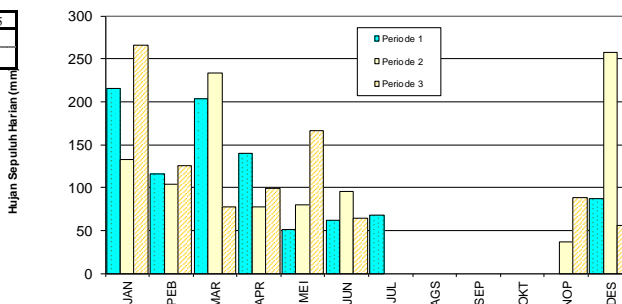
Tahun 2013

NAMA STASIUN	WONOKROMO
Kode stasiun	0
Lintang Selatan	07.17,967
Bujur Timur	112.44,359
Elevasi	2 mdpl

Wilayah Sungai	Surabaya	Kode Database	
Desa	Ngagel	Tahun pendirian	
Kecamatan	WONOKROMO	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	Kota Surabaya	Pengelola	UPT Surabaya

TANGGAL	BULAN (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	42	49	73	37	15	0	0	0	0	0	0	0
2	58	17	0	15	0	0	0	0	0	0	0	22
3	12	23	6	0	0	15	68	0	0	0	0	0
4	62	27	7	11	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	33
6	0	0	0	35	0	25	0	0	0	0	0	8
7	42	0	17	0	0	17	0	0	0	0	0	11
8	0	0	9	23	0	0	0	0	0	0	0	13
9	0	0	17	0	24	5	0	0	0	0	0	0
10	0	0	63	19	12	0	0	0	0	0	0	0
11	0	8	35	0	0	0	0	0	0	0	0	6
12	0	0	20	0	21	0	0	0	0	0	0	6
13	0	0	11	12	0	0	0	0	0	0	0	13
14	0	35	58	5	39	5	0	0	0	0	0	15
15	39	0	30	20	0	39	0	0	0	0	0	23
16	0	22	22	26	0	0	0	0	0	0	5	42
17	0	18	23	0	0	0	0	0	0	0	10	23
18	41	21	35	0	0	52	0	0	0	0	5	63
19	21	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	35
20	32	0	0	5	20	0	0	0	0	0	17	32
21	27	0	0	7	7	0	0	0	0	0	0	17
22	16	0	0	0	10	0	0	0	0	0	8	8
23	14	0	0	87	20	0	0	0	0	0	8	31
24	0	7	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0
25	9	20	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0
26	0	15	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
27	72	53	0	0	41	15	0	0	0	0	0	0
28	68	31	53	0	23	41	0	0	0	0	15	0
29	60		25	0	0	0	0	0	0	0	22	0
30	0		0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0		0		0							
BULANAN	615	346	515	316	297	222	68	0	0	0	125	401
Periode 1	216	116	203	140	51	62	68	0	0	0	0	87
Periode 2	133	104	234	77	80	96	0	0	0	0	37	258
Periode 3	266	126	78	99	166	64	0	0	0	0	88	56
Maksimum	72	53	73	87	65	52	68	0	0	0	35	63
Hari Hujan	16	14	18	15	12	10	1	0	0	0	9	18

Tahunan	2905
Hujan Maks	87
Hari Hujan	113



**DATA CURAH HUJAN HARIAN**

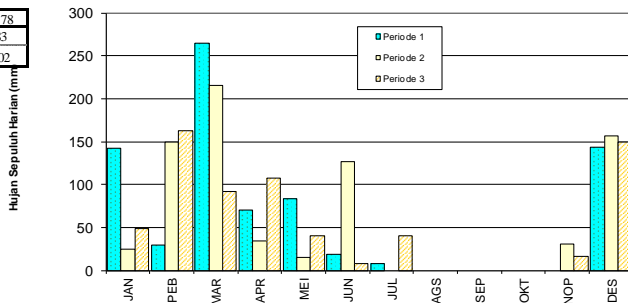
Tahun 2014

<b>NAMA STASIUN</b>	<b>WONOKROMO</b>
Kode stasiun	0
Lintang Selatan	07.17,967
Bujur Timur	112.44,359
Elevasi	2 m dpl

Wilayah Sungai	Surabaya	Kode Database	
Desa	Ngagel	Tahun pendirian	
Kecamatan	WONOKROMO	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	Kota Surabaya	Pengelola	UPT Surabaya

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	4	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	9	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	23	12	27	0	19	0	0	0	0	0	0	7
4	64	0	36	8	15	0	0	0	0	0	0	0
5	9	0	65	15	18	0	8	0	0	0	0	0
6	12	0	17	19	32	0	0	0	0	0	0	72
7	14	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	48
8	4	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	17
10	16	4	57	0	0	19	0	0	0	0	0	0
11	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	17
12	0	6	30	11	0	15	0	0	0	0	0	0
13	8	0	63	0	15	16	0	0	0	0	0	0
14	0	15	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	18	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
16	6	21	2	19	0	0	0	0	0	0	15	0
17	0	45	6	0	0	34	0	0	0	0	16	12
18	4	14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	45
19	0	18	12	0	0	62	0	0	0	0	0	83
20	7	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
22	0	58	0	34	0	0	8	0	0	0	0	11
23	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
25	0	0	0	42	18	0	32	0	0	0	0	24
26	15	8	0	22	22	0	0	0	0	0	0	19
27	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
28	6	25	0	5	0	0	0	0	0	0	0	18
29	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	4	0	27	4	0	8	0	0	0	0	4	22
31	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	13
<b>BULANAN</b>	<b>216</b>	<b>341</b>	<b>572</b>	<b>211</b>	<b>139</b>	<b>154</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>47</b>	<b>450</b>
Periode 1	142	29	265	70	84	19	8	0	0	0	0	144
Periode 2	25	149	215	34	15	127	0	0	0	0	31	157
Periode 3	49	163	92	107	40	8	40	0	0	0	16	149
Maksimum	64	58	78	42	32	62	32	0	0	0	16	83
Hari Hujan	15	17	20	13	7	6	3	0	0	0	4	17

Tahunan	2178
Hujan Maks	83
Hari Hujan	102



**DATA CURAH HUJAN HARIAN**

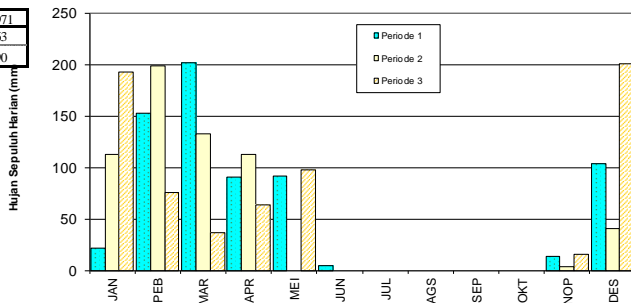
Tahun 2015

<b>NAMA STASIUN</b>	<b>WONOKROMO</b>
Kode stasiun	0
Lintang Selatan	07.17,967
Bujur Timur	112,44,359
Elevasi	2 m dpl

Wilayah Sungai	Surabaya	Kode Database	
Desa	Ngagel	Tahun pendirian	
Kecamatan	WONOKROMO	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	Kota Surabaya	Pengelola	UPT Surabaya

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	0	48	0	9	0	0	0	0	0	0	0
2	8	14	49	7	19	0	0	0	0	0	0	0
3	14	22	3	8	27	0	0	0	0	0	0	0
4	0	32	0	9	37	0	0	0	0	0	0	18
5	0	24	45	0	0	0	0	0	0	0	0	29
6	0	13	32	0	0	0	0	0	0	0	0	36
7	0	11	0	10	0	0	0	0	0	0	0	21
8	0	0	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	37	25	0	0	5	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0
11	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	46	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
13	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	14	28	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	42	0	49	0	0	0	0	0	0	0	27
16	0	22	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	27	21	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	15	6	22	0	0	0	0	0	0	0	0
19	16	5	7	0	0	0	0	0	0	0	4	14
20	45	18	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	11	32	0	0	0	0	0	0	0	11
22	0	61	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	30	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0
25	21	0	0	0	19	0	0	0	0	0	4	0
26	41	5	0	0	31	0	0	0	0	0	8	26
27	0	4	0	8	21	0	0	0	0	0	4	29
28	21	6	0	16	0	0	0	0	0	0	0	44
29	23	8	8	8	0	0	0	0	0	0	0	63
30	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
31	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<b>BULANAN</b>	<b>328</b>	<b>428</b>	<b>372</b>	<b>268</b>	<b>190</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>346</b>
Periode 1	22	153	202	91	92	5	0	0	0	0	14	104
Periode 2	113	199	133	113	0	0	0	0	0	0	4	41
Periode 3	193	76	37	64	98	0	0	0	0	0	16	201
Maksimum	57	61	49	57	37	5	0	0	0	0	14	63
Hari Hujan	13	20	17	13	8	1	0	0	0	0	5	13

Tahunan	1971
Hujan Maks	63
Hari Hujan	90





**DATA CURAH HUJAN HARIAN**

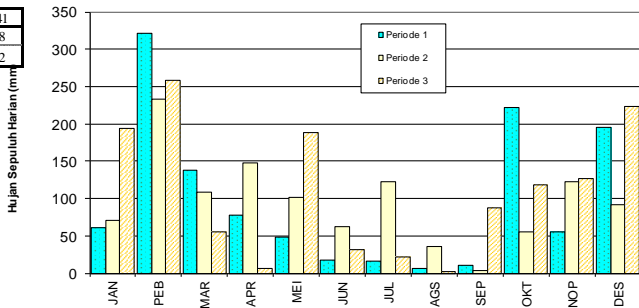
Tahun 2016

<b>NAMA STASIUN</b> WONOKROMO	
Kode stasiun	0
Lintang Selatan	07.17.967
Bujur Timur	112.44.359
Elevasi	2 m dpl

Wilayah Sungai	Surabaya	Kode Database	
Desa	Ngagel	Tahun pendirian	
Kecamatan	WONOKROMO	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	Kota Surabaya	Pengelola	UPT Surabaya

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NO P	DES
1	0	16	14	12	0	2	2	0	0	8	0	0
2	0	37	7	24	8	0	0	0	0	42	0	79
3	0	12	29	0	0	0	4	0	0	28	0	32
4	49	56	9	7	0	0	0	0	0	9	0	27
5	0	47	4	19	0	0	0	0	0	0	0	12
6	0	14	37	0	0	0	7	6	10	0	0	32
7	0	21	0	4	12	4	0	0	0	0	0	12
8	0	79	0	0	15	11	0	0	0	3	34	2
9	12	34	14	0	0	0	0	0	0	76	19	0
10	0	6	24	12	14	0	3	0	0	56	3	0
11	3	17	21	6	2	0	0	0	0	26	6	6
12	0	9	9	9	0	0	6	0	0	16	0	24
13	12	26	29	0	0	0	2	12	0	2	17	14
14	0	15	8	56	0	6	33	11	0	9	0	0
15	0	12	12	29	8	12	16	13	0	2	48	2
16	0	56	6	37	19	4	17	0	0	0	32	3
17	7	24	0	0	16	16	9	0	0	0	14	5
18	13	22	0	0	8	4	14	0	0	0	6	0
19	29	17	14	0	0	11	21	0	4	0	0	14
20	7	35	9	11	48	9	4	0	0	0	0	24
21	21	39	0	0	0	0	4	0	0	0	0	9
22	19	32	7	0	27	0	6	0	0	0	0	0
23	27	10	0	0	9	0	0	0	15	0	18	0
24	8	49	37	0	0	8	0	0	21	66	42	0
25	14	64	0	0	12	0	0	0	9	0	0	0
26	20	8	0	0	8	0	0	0	37	53	13	55
27	5	37	12	0	7	6	8	0	4	0	0	17
28	16	6	0	6	12	9	4	0	2	0	0	26
29	4	14	0	0	5	8	0	2	0	0	2	52
30	14	0	0	0	108	0	0	0	0	0	52	37
31	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
<b>BULANAN</b>	<b>326</b>	<b>814</b>	<b>302</b>	<b>232</b>	<b>338</b>	<b>110</b>	<b>160</b>	<b>44</b>	<b>102</b>	<b>396</b>	<b>306</b>	<b>511</b>
Periode 1	61	322	138	78	49	17	16	6	10	222	56	196
Periode 2	71	233	108	148	101	62	122	36	4	55	123	92
Periode 3	194	259	56	6	188	31	22	2	88	119	127	223
Maksimum	49	79	37	56	108	16	33	13	37	76	52	79
Hari Hujan	19	29	19	13	18	14	17	5	8	14	14	22

Tahunan	3641
Hujan Maks	108
Hari Hujan	192



**DATA CURAH HUJAN HARIAN**

Tahun 2017

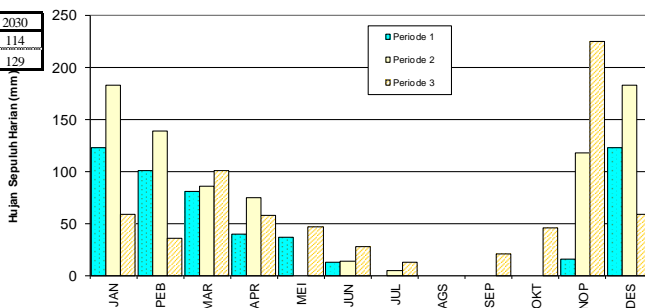
**NAMA STASIUN WONOKROMO**

Kode stasiun	0
Lintang Selatan	07.17,967
Bujur Timur	112.44,369
Elevasi	2 m dpl

Wilayah Sungai	Surabaya	Kode Database	
Desa	Ngagel	Tahun pendirian	
Kecamatan	WONOKROMO	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	Kota Surabaya	Pengelola	UPT Surabaya

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	7	7	0	0	8	0	0	0	0	0	0	7
2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
3	8	94	12	4	7	0	0	0	0	0	0	8
4	0	0	4	11	0	0	0	0	0	0	5	0
5	14	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	14
6	12	0	36	12	0	6	0	0	0	0	0	12
7	27	0	9	0	0	0	0	0	0	0	11	27
8	18	0	16	4	16	7	0	0	0	0	0	18
9	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
10	17	0	4	0	6	0	0	0	0	0	0	17
11	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8
12	3	2	2	0	0	2	0	0	0	0	7	3
13	0	0	32	11	0	0	0	0	0	0	47	0
14	78	6	37	9	0	0	0	0	0	0	0	78
15	3	12	0	19	0	0	0	0	0	0	4	3
16	0	34	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0
17	26	17	8	0	0	0	0	0	0	0	24	26
18	55	26	0	30	0	0	5	0	0	0	29	55
19	2	8	7	6	0	0	0	0	0	0	0	2
20	8	34	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8
21	0	0	0	30	0	9	0	0	0	0	2	0
22	0	5	8	6	0	0	0	0	0	0	28	0
23	0	0	7	0	0	0	0	0	0	27	36	0
24	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	114	0
25	0	7	24	16	0	0	0	0	0	0	18	0
26	8	6	42	6	0	19	0	0	3	0	6	8
27	2	0	6	0	11	0	4	0	1	19	2	2
28	0	6	8	0	0	0	9	0	5	0	3	0
29	0		4	0	30	0	0	0	12	0	12	0
30	49		2	0	6	0	0	0	0	0	4	49
31	0		0		0							0
<b>BULANAN</b>	<b>365</b>	<b>276</b>	<b>268</b>	<b>173</b>	<b>84</b>	<b>55</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>46</b>	<b>359</b>	<b>365</b>
Periode 1	123	101	81	40	37	13	0	0	0	0	16	123
Periode 2	183	139	86	75	0	14	5	0	0	0	118	183
Periode 3	59	36	101	58	47	28	13	0	21	46	225	59
Maksimum	78	94	42	30	30	19	9	0	12	27	114	78
Hari Hujan	20	15	19	14	7	6	3	0	4	2	19	20

Tahunan	2030
Hujan Maks	114
Hari Hujan	129



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

### Lampiran 1. Tabel normalisasi Boezem Bratang

Elevasi	Luas	Volume	Kumulatif	
			Luas	Volume
m	m2	m3	m2	m3
-0.590	0	0	0	0
-0.550	-	-	27.409	724.840
<b>-0.500</b>	<b>54.8128</b>	<b>1449.68</b>	<b>54.818</b>	<b>1449.680</b>
-0.450	-	-	79.791	2110.161
-0.400	-	-	104.763	2770.642
-0.350	-	-	129.736	3431.122
-0.300	-	-	154.709	4091.603
-0.250	-	-	179.681	4752.084
-0.200	-	-	204.654	5412.565
-0.150	-	-	229.627	6073.046
-0.100	-	-	254.599	6733.527
-0.050	-	-	279.572	7394.007
<b>0.000</b>	<b>304.545</b>	<b>8054.49</b>	<b>304.545</b>	<b>8054.488</b>
0.050	-	-	335.037	8860.922
0.100	-	-	365.529	9667.357
0.150	-	-	396.022	10473.791
0.200	-	-	426.514	11280.225
0.250	-	-	457.006	12086.660
0.300	-	-	487.498	12893.094
0.350	-	-	517.991	13699.528
0.400	-	-	548.483	14505.963
0.450	-	-	578.975	15312.397
<b>0.500</b>	<b>304.923</b>	<b>8064.343</b>	<b>609.468</b>	<b>16118.831</b>
0.550	-	-	596.143	16926.251
0.600	-	-	632.155	17733.671
0.650	-	-	668.167	18541.091
0.700	-	-	704.179	19348.511
0.750	-	-	740.191	20155.930
0.800	-	-	776.203	20963.350

0.850	-	-	812.214	21770.770
0.900	-	-	848.226	22578.190
0.950	-	-	884.238	23385.610
<b>1.000</b>	<b>305.301</b>	<b>8074.198</b>	<b>914.768</b>	<b>24193.029</b>
1.050	-	-	945.332	25001.390
1.100	-	-	975.895	25809.750
1.150	-	-	1006.458	26618.110
1.200	-	-	1037.022	27426.471
1.250	-	-	1067.585	28234.831
1.300	-	-	1098.149	29043.191
1.350	-	-	1128.712	29851.552
1.400	-	-	1159.275	30659.912
1.450	-	-	1189.839	31468.272
<b>1.500</b>	<b>305.634</b>	<b>8083.6</b>	<b>1220.4</b>	<b>32276.63</b>
1.550	-	-	1251.006	33085.982
1.600	-	-	1281.610	33895.332
1.650	-	-	1312.215	34704.681
1.700	-	-	1342.819	35514.031
1.750	-	-	1373.423	36323.380
1.800	-	-	1404.027	37132.730
1.850	-	-	1434.631	37942.079
1.900	-	-	1465.235	38751.429
1.950	-	-	1495.840	39560.779
<b>2.000</b>	<b>306.042</b>	<b>8093.5</b>	<b>1526.44</b>	<b>40370.13</b>
2.050	-	-	1557.087	41180.509
2.100	-	-	1587.731	41990.890
2.150	-	-	1618.375	42801.271
2.200	-	-	1649.018	43611.652
2.250	-	-	1679.662	44422.033
2.300	-	-	1710.306	45232.413
2.350	-	-	1740.949	46042.794
2.400	-	-	1771.593	46853.175
2.450	-	-	1802.237	47663.556
<b>2.500</b>	<b>306.437</b>	<b>8103.81</b>	<b>1832.88</b>	<b>48473.94</b>

2.550	-	-	1863.562	49285.305
2.600	-	-	1894.244	50096.674
2.650	-	-	1924.925	50908.042
2.700	-	-	1955.607	51719.410
2.750	-	-	1986.289	52530.779
2.800	-	-	2016.970	53342.147
2.850	-	-	2047.652	54153.516
2.900	-	-	2078.333	54964.884
2.950	-	-	2109.015	55776.252
<b>3.000</b>	<b>306.817</b>	<b>8113.68</b>	<b>2139.7</b>	<b>56587.62</b>
3.050	-	-	2168.757	57356.093
3.100	-	-	2197.817	58124.564
3.150	-	-	2226.876	58893.036
3.200	-	-	2255.936	59661.508
3.250	-	-	2284.996	60429.980
3.300	-	-	2314.056	61198.452
3.350	-	-	2343.116	61966.924
3.400	-	-	2372.176	62735.396
3.450	-	-	2401.236	63503.868
<b>3.473</b>	<b>290.599</b>	<b>7684.72</b>	<b>2430.3</b>	<b>64272.34</b>

*Sumber : Hasi Perhitungan*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**Lampiran 2. Debit inflow dan outflow selama 5 tahun (Kondisi Eksisting)**

Waktu		Selisih waktu	Laju debit inflow	Tambahan Debit dari 2 pintu	Total Laju debit inflow	Rata rata debit inflow	tambahan volume inflow	Jumlah volume kumulatif inflow	Pompa						Total Debit Outflow	Volume Outflow	Volume Outflow Kumulatif	Volume inflow-Outflow (Storage)	Kontrol Kapasitas Boezem
				1.75					1	2	3	4	5	6					49668.3
jam	menit	menit	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						11	12	13	14	15.0
0	0		0.00	0	0		0	0							0.0	0.0	0.0	0.0	Aman
0.2	12	12	3.19	1.75	4.94	2.47	1778.33	1778.33							0.0	0.0	0.0	1778.3	Aman
0.4	24	12	16.84	1.75	18.59	11.76	8469.23	10247.56	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	10.5	7560.0	7560.0	2687.6	Aman
0.5176	31.056	7.056	31.25	1.75	33.00	25.79	10920.10	21167.66	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	10.5	4445.3	12005.3	9162.4	Aman
0.6	36	4.944	28.57	1.75	30.32	31.66	9391.85	30559.51	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	10.5	3114.7	15120.0	15439.5	Aman
0.8	48	12	22.97	1.75	24.72	27.52	19814.07	50373.58	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	10.5	7560.0	22680.0	27693.6	Aman
1	60	12	18.47	1.75	20.22	22.47	16177.19	66550.77	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	10.5	7560.0	30240.0	36310.8	Aman
1.2	72	12	18.71	1.75	20.46	20.34	14642.47	81193.24	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	10.5	7560.0	37800.0	43393.2	Aman
1.4	84	12	15.04	1.75	16.79	18.62	13408.59	94601.83	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	10.5	7560.0	45360.0	49241.8	Aman
1.6	96	12	12.09	1.75	13.84	15.32	11027.28	105629.11	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	10.5	7560.0	52920.0	52709.1	Meluber
1.621	97.26	1.26	11.82	1.75	13.57	13.70	1036.08	106665.19	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	10.5	793.8	53713.8	52951.4	Meluber
1.8	108	10.74	10.37	1.75	12.12	12.85	8277.96	114943.15	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	10.5	6766.2	60480.0	54463.1	Meluber
2	120	12	8.97	1.75	10.72	11.42	8223.86	123167.00	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	10.5	7560.0	68040.0	55127.0	Meluber
2.2	132	12	8.88	1.75	10.63	10.67	7685.23	130852.23	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	10.5	7560.0	75600.0	55252.2	Meluber
2.4	144	12	7.68	1.75	9.43	10.03	7219.51	138071.74	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	10.5	7560.0	83160.0	54911.7	Meluber
2.6	156	12	6.64	1.75	8.39	8.91	6412.79	144484.52	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	10.5	7560.0	90720.0	53764.5	Meluber
2.8	168	12	5.74	1.75	7.49	7.94	5715.27	150199.80	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	10.5	7560.0	98280.0	51919.8	Meluber
3	180	12	4.96	1.75	6.71	7.10	5112.17	155311.97	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	10.5	7560.0	105840.0	49472.0	Aman
3.2	192	12	4.72	1.75	6.47	6.59	4746.16	160058.13	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	10.5	7560.0	113400.0	46658.1	Aman
3.277	196.62	4.62	4.46	1.75	6.21	6.34	1758.38	161816.51	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	10.5	2910.6	116310.6	45505.9	Aman





Waktu		Selisih waktu	Laju debit inflow	Tambahan Debit dari 2 pintu	Total Laju debit inflow	Rata rata debit inflow	tambahan volume inflow	Jumlah volume kumulatif inflow	Pompa						Total Debit Outflow	Volume Outflow	Volume Outflow Kumulatif	Volume inflow-Outflow (Storage)	Kontrol Kapasitas Boezem
				1.75					1	2	3	4	5	6					49668.3
jam	menit	menit	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3	15.0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						11	12	13	14	15.0
7.8	468	12	0.41	1.75	2.16	2.18	1570.72	218564.87											
8	480	12	0.37	1.75	2.12	2.14	1538.61	220103.48											

Sumber : Hasi Perhitungan

\*Catatan:

- Waktu : Waktu hujan
- Selisih waktu : Hasil kurang dari baris 2 – baris 1 kolom waktu
- Laju debit inflow : Hasil inflow perhitungan debit hidrograf nakayasu Q5
- Tambahan Debit : Tambahan debit dari 2 pintu (DAS Kali Dami dan Saluran Kali Bokor)
- Total Laju Debit : Hasil tambah Laju debit dengan Tambahan debit
- Rata-rata debit : (baris 1+ baris 2)/2 kolom Total Laju debit
- Tambahan Vol. : Rata-rata debit Inflow x selisih waktu
- Jumlah Vol. Kumulatif : (Baris 1 + Baris 2) kolom Tambahan volume inflow
- Pompa : Kapasitas Pompa (spesifikasi)
- Total Debit Out : Jumlah total debit pompa dalam 1 baris
- Volume Outflow : Total debit Outflow x Selisih Waktu
- Volume Out. Kumulatif : (Baris 1 + Baris 2) kolom Volume Outflow
- Volume Storage : (Baris 2 kolom 8 + Baris 1 kolom 13) – Baris 2 kolom 11
- Kontrol Kapasitas : Kapasitas Eksisting > Volume Storage (Aman)  
Kapasitas Eksisting < Volume Storage (Meluber)

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

Lampiran 3. Debit inflow dan outflow selama 10 tahun (Kondisi Eksisting)

Waktu		Selisih waktu	Laju debit inflow	Tambahan Debit dari 2 pintu	Total Laju debit inflow	Rata rata debit inflow	tambahan volume inflow	Jumlah volume kumulatif inflow	Pompa						Total Debit Outflow	Volume Outflow	Volume Outflow Kumulatif	Volume inflow-Outflow (Storage)	Kontrol Kapasitas Boezem
				1.75					1	2	3	4	5	6					49668.26
jam	menit	menit	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3	
1		2	3	4	5	6	7	8	9						10	11	12	13	14
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Aman
0.2	12	12	3.29	1.75	5.04	2.52	1812.66	1812.66	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	1812.7	Aman
0.4	24	12	17.34	1.75	19.09	12.06	8684.76	10497.41	1.5	1.5	1.5	2	2	2	10.5	7560.0	7560.0	2937.4	Aman
0.5176	31.056	7.056	32.19	1.75	33.94	26.51	11224.42	21721.84	1.5	1.5	1.5	2	2	2	10.5	4445.3	12005.3	9716.6	Aman
0.6	36	4.944	29.42	1.75	31.17	32.55	9657.11	31378.94	1.5	1.5	1.5	2	2	2	10.5	3114.7	15120.0	16258.9	Aman
0.8	48	12	23.66	1.75	25.41	28.29	20368.76	51747.71	1.5	1.5	1.5	2	2	2	10.5	7560.0	22680.0	29067.7	Aman
1	60	12	19.02	1.75	20.77	23.09	16623.15	68370.86	1.5	1.5	1.5	2	2	2	10.5	7560.0	30240.0	38130.9	Aman
1.2	72	12	19.27	1.75	21.02	20.89	15042.56	83413.42	1.5	1.5	1.5	2	2	2	10.5	7560.0	37800.0	45613.4	Aman
1.4	84	12	15.49	1.75	17.24	19.13	13771.78	97185.20	1.5	1.5	1.5	2	2	2	10.5	7560.0	45360.0	51825.2	Meluber
1.6	96	12	12.45	1.75	14.20	15.72	11319.28	108504.48	1.5	1.5	1.5	2	2	2	10.5	7560.0	52920.0	55584.5	Meluber
1.621	97.26	1.26	12.17	1.75	13.92	14.06	1063.10	109567.58	1.5	1.5	1.5	2	2	2	10.5	793.8	53713.8	55853.8	Meluber
1.8	108	10.74	10.68	1.75	12.43	13.18	8491.72	118059.31	1.5	1.5	1.5	2	2	2	10.5	6766.2	60480.0	57579.3	Meluber
2	120	12	9.24	1.75	10.99	11.71	8432.05	126491.35	1.5	1.5	1.5	2	2	2	10.5	7560.0	68040.0	58451.4	Meluber
2.2	132	12	9.14	1.75	10.89	10.94	7877.31	134368.67	1.5	1.5	1.5	2	2	2	10.5	7560.0	75600.0	58768.7	Meluber
2.4	144	12	7.91	1.75	9.66	10.27	7397.67	141766.34	1.5	1.5	1.5	2	2	2	10.5	7560.0	83160.0	58606.3	Meluber
2.6	156	12	6.84	1.75	8.59	9.12	6566.84	148333.18	1.5	1.5	1.5	2	2	2	10.5	7560.0	90720.0	57613.2	Meluber
2.8	168	12	5.91	1.75	7.66	8.12	5848.47	154181.65	1.5	1.5	1.5	2	2	2	10.5	7560.0	98280.0	55901.6	Meluber
3	180	12	5.11	1.75	6.86	7.26	5227.34	159408.99	1.5	1.5	1.5	2	2	2	10.5	7560.0	105840.0	53569.0	Meluber
3.2	192	12	4.86	1.75	6.61	6.74	4850.38	164259.36	1.5	1.5	1.5	2	2	2	10.5	7560.0	113400.0	50859.4	Meluber
3.277	196.62	4.62	4.60	1.75	6.35	6.48	1796.45	166055.81	1.5	1.5	1.5	2	2	2	10.5	2910.6	116310.6	49745.2	Meluber



Waktu		Selisih waktu	Laju debit inflow	Tambahan Debit dari 2 pintu	Total Laju debit inflow	Rata rata debit inflow	tambahan volume inflow	Jumlah volume kumulatif inflow	Pompa						Total Debit Outflow	Volume Outflow	Volume Outflow Kumulatif	Volume inflow-Outflow (Storage)	Kontrol Kapasitas Boezem
				1.75					1	2	3	4	5	6					49668.3
jam	menit	menit	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3	15.0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						11	12	13	14	15.0
7.8	468	12	0.02	1.75	1.77	1.77	1276.39	209712.92											
8	480	12	0.02	1.75	1.77	1.77	1273.61	210986.53											

Sumber : Hasi Perhitungan

\*Catatan:

- Waktu : Waktu hujan
- Selisih waktu : Hasil kurang dari baris 2 – baris 1 kolom waktu
- Laju debit inflow : Hasil inflow perhitungan debit hidrograf nakayasu Q5
- Tambahan Debit : Tambahan debit dari 2 pintu (DAS Kali Dami dan Saluran Kali Bokor)
- Total Laju Debit : Hasil tambah Laju debit dengan Tambahan debit
- Rata-rata debit : (baris 1+ baris 2)/2 kolom Total Laju debit
- Tambahan Vol. : Rata-rata debit Inflow x selisih waktu
- Jumlah Vol. Kumulatif : (Baris 1 + Baris 2) kolom Tambahan volume inflow
- Pompa : Kapasitas Pompa (spesifikasi)
- Total Debit Out : Jumlah total debit pompa dalam 1 baris
- Volume Outflow : Total debit Outflow x Selisih Waktu
- Volume Out. Kumulatif : (Baris 1 + Baris 2) kolom Volume Outflow
- Volume Storage : (Baris 2 kolom 8 + Baris 1 kolom 13) – Baris 2 kolom 11
- Kontrol Kapasitas : Kapasitas Eksisting > Volume Storage (Aman)  
Kapasitas Eksisting < Volume Storage (Meluber)

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**Lampiran 4. Debit inflow dan outflow selama 5 tahun setelah dilakukan pergantian dan penambahan kapasitas pompa (Kondisi alternatif 1)**

Waktu		Selisih waktu	Laju debit inflow	Tambahkan Debit dari 2 pintu	Total Laju debit inflow	Rata rata debit inflow	tambahan volume inflow	Jumlah volume kumulatif inflow	Pompa							Total Debit Outflow	Volume Outflow	Volume Outflow Kumulatif	Volume inflow-Outflow (Storage)	Kontrol Kapasitas Boezem
									1	2	3	4	5	6	7					49668.3
jam	menit	menit	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3	m3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							11	12	13	14	15
0	0		0	0	0		0	0								0.0	0.0	0.0	0.0	Aman
0.2	12	12	3.19	1.75	4.94	2.47	1778.33	1778.33								0.0	0.0	0.0	1778.3	Aman
0.4	24	12	16.84	1.75	18.59	11.76	8469.23	10247.56	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	9000.0	1247.6	Aman
0.5176	31.056	7.056	31.25	1.75	33.00	25.79	10920.10	21167.66	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	5292.0	14292.0	6875.7	Aman
0.6	36	4.944	28.57	1.75	30.32	31.66	9391.85	30559.51	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	3708.0	18000.0	12559.5	Aman
0.8	48	12	22.97	1.75	24.72	27.52	19814.07	50373.58	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	27000.0	23373.6	Aman
1	60	12	18.47	1.75	20.22	22.47	16177.19	66550.77	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	36000.0	30550.8	Aman
1.2	72	12	18.71	1.75	20.46	20.34	14642.47	81193.24	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	45000.0	36193.2	Aman
1.4	84	12	15.04	1.75	16.79	18.62	13408.59	94601.83	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	54000.0	40601.8	Aman
1.6	96	12	12.09	1.75	13.84	15.32	11027.28	105629.11	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	63000.0	42629.1	Aman
1.621	97.26	1.26	11.82	1.75	13.57	13.70	1036.08	106665.19	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	945.0	63945.0	42720.2	Aman
1.8	108	10.74	10.37	1.75	12.12	12.85	8277.96	114943.15	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	8055.0	72000.0	42943.1	Aman
2	120	12	8.97	1.75	10.72	11.42	8223.86	123167.00	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	81000.0	42167.0	Aman
2.2	132	12	8.88	1.75	10.63	10.67	7685.23	130852.23	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0		10.5	7560.0	88560.0	42292.2	Aman
2.4	144	12	7.68	1.75	9.43	10.03	7219.51	138071.74	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0		10.5	7560.0	96120.0	41951.7	Aman
2.6	156	12	6.64	1.75	8.39	8.91	6412.79	144484.52	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0		10.5	7560.0	103680.0	40804.5	Aman
2.8	168	12	5.74	1.75	7.49	7.94	5715.27	150199.80	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0		10.5	7560.0	111240.0	38959.8	Aman
3	180	12	4.96	1.75	6.71	7.10	5112.17	155311.97	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0		10.5	7560.0	118800.0	36512.0	Aman
3.2	192	12	4.72	1.75	6.47	6.59	4746.16	160058.13	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0			8.5	6120.0	124920.0	35138.1	Aman
3.277	196.62	4.62	4.46	1.75	6.21	6.34	1758.38	161816.51	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0			8.5	2356.2	127276.2	34540.3	Aman





Waktu		Selisih waktu	Laju debit inflow	Tambahan Debit dari 2 pintu	Total Laju debit inflow	Rata rata debit inflow	tambahan volume inflow	Jumlah volume kumulatif inflow	Pompa							Total Debit Outflow	Volume Outflow	Volume Outflow Kumulatif	Volume inflow-Outflow (Storage)	Kontrol Kapasitas Boezem
				1.75	1				2	3	4	5	6	7	49668.3					
jam	menit	menit	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3	m3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							11	12	13	14	15
7.8	468	12	0.41	1.75	2.16	2.18	1570.72	218564.87												
8	480	12	0.37	1.75	2.12	2.14	1538.61	220103.48												

Sumber : Hasi Perhitungan

\*Catatan:

- Waktu : Waktu hujan
- Selisih waktu : Hasil kurang dari baris 2 – baris 1 kolom waktu
- Laju debit inflow : Hasil inflow perhitungan debit hidrograf nakayasu Q5
- Tambahan Debit : Tambahan debit dari 2 pintu (DAS Kali Dami dan Saluran Kali Bokor)
- Total Laju Debit : Hasil tambah Laju debit dengan Tambahan debit
- Rata-rata debit : (baris 1+ baris 2)/2 kolom Total Laju debit
- Tambahan Vol. : Rata-rata debit Inflow x selisih waktu
- Jumlah Vol. Kumulatif : (Baris 1 + Baris 2) kolom Tambahan volume inflow
- Pompa : Kapasitas Pompa (spesifikasi)
- Total Debit Out : Jumlah total debit pompa dalam 1 baris
- Volume Outflow : Total debit Outflow x Selisih Waktu
- Volume Out. Kumulatif : (Baris 1 + Baris 2) kolom Volume Outflow
- Volume Storage : (Baris 2 kolom 8 + Baris 1 kolom 13) – Baris 2 kolom 11
- Kontrol Kapasitas : Kapasitas Eksisting > Volume Storage (Aman)  
Kapasitas Eksisting < Volume Storage (Meluber)

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**Lampiran 5. Debit inflow dan outflow selama 10 tahun setelah dilakukan pergantian dan penambahan kapasitas pompa (Kondisi Alternatif 1)**

Waktu		Selisih waktu	Laju debit inflow	Tambahkan Debit dari 2 pintu	Total Laju debit inflow	Rata rata debit inflow	tambahan volume inflow	Jumlah volume kumulatif inflow	Pompa							Total Debit Outflow	Volume Outflow	Volume Outflow Kumulatif	Volume inflow-Outflow (Storage)	Kontrol Kapasitas Boezem	
									1	2	3	4	5	6	7						
jam	menit	menit	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3	m3	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							11	12	13	14	15	
0	0		0.000	0	0		0	0									0.0	0.0	0.0	0.0	Aman
0.2	12	12	3.285	1.75	5.04	2.52	1812.66	1812.66									0.0	0.0	0.0	1812.7	Aman
0.4	24	12	17.339	1.75	19.09	12.06	8684.76	10497.41	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	9000.0	1497.4	Aman
0.5176	31.056	7.056	32.186	1.75	33.94	26.51	11224.42	21721.84	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	5292.0	14292.0	7429.8	Aman
0.6	36	4.944	29.424	1.75	31.17	32.55	9657.11	31378.94	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	3708.0	18000.0	13378.9	Aman
0.8	48	12	23.656	1.75	25.41	28.29	20368.76	51747.71	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	27000.0	24747.7	Aman
1	60	12	19.019	1.75	20.77	23.09	16623.15	68370.86	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	36000.0	32370.9	Aman
1.2	72	12	19.266	1.75	21.02	20.89	15042.56	83413.42	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	45000.0	38413.4	Aman
1.4	84	12	15.489	1.75	17.24	19.13	13771.78	97185.20	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	54000.0	43185.2	Aman
1.6	96	12	12.453	1.75	14.20	15.72	11319.28	108504.48	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	63000.0	45504.5	Aman
1.621	97.26	1.26	12.171	1.75	13.92	14.06	1063.10	109567.58	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	945.0	63945.0	45622.6	Aman
1.8	108	10.74	10.684	1.75	12.43	13.18	8491.72	118059.31	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	8055.0	72000.0	46059.3	Aman
2	120	12	9.238	1.75	10.99	11.71	8432.05	126491.35	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	81000.0	45491.4	Aman
2.2	132	12	9.143	1.75	10.89	10.94	7877.31	134368.67	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0			10.5	7560.0	88560.0	45808.7	Aman
2.4	144	12	7.906	1.75	9.66	10.27	7397.67	141766.34	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0			10.5	7560.0	96120.0	45646.3	Aman
2.6	156	12	6.836	1.75	8.59	9.12	6566.84	148333.18	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0			10.5	7560.0	103680.0	44653.2	Aman
2.8	168	12	5.910	1.75	7.66	8.12	5848.47	154181.65	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0			10.5	7560.0	111240.0	42941.6	Aman
3	180	12	5.110	1.75	6.86	7.26	5227.34	159408.99	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0			10.5	7560.0	118800.0	40609.0	Aman
3.2	192	12	4.863	1.75	6.61	6.74	4850.38	164259.36	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0				8.5	6120.0	124920.0	39339.4	Aman
3.277	196.62	4.62	4.598	1.75	6.35	6.48	1796.45	166055.81	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0				8.5	2356.2	127276.2	38779.6	Aman



Waktu		Selisih waktu	Laju debit inflow	Tambahkan Debit dari 2 pintu	Total Laju debit inflow	Rata rata debit inflow	tambahan volume inflow	Jumlah volume kumulatif inflow	Pompa							Total Debit Outflow	Volume Outflow	Volume Outflow Kumulatif	Volume inflow-Outflow (Storage)	Kontrol Kapasitas Boezem
									1	2	3	4	5	6	7					
jam	menit	menit	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3	m3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							11	12	13	14	15
7.8	468	12	0.420	1.75	2.17	2.19	1580.01	223648.84												
8	480	12	0.377	1.75	2.13	2.15	1546.94	225195.78												

Sumber : Hasi Perhitungan

\*Catatan:

- Waktu : Waktu hujan
- Selisih waktu : Hasil kurang dari baris 2 – baris 1 kolom waktu
- Laju debit inflow : Hasil inflow perhitungan debit hidrograf nakayasu Q5
- Tambahan Debit : Tambahan debit dari 2 pintu (DAS Kali Dami dan Saluran Kali Bokor)
- Total Laju Debit : Hasil tambah Laju debit dengan Tambahan debit
- Rata-rata debit : (baris 1+ baris 2)/2 kolom Total Laju debit
- Tambahan Vol. : Rata-rata debit Inflow x selisih waktu
- Jumlah Vol. Kumulatif : (Baris 1 + Baris 2) kolom Tambahan volume inflow
- Pompa : Kapasitas Pompa (spesifikasi)
- Total Debit Out : Jumlah total debit pompa dalam 1 baris
- Volume Outflow : Total debit Outflow x Selisih Waktu
- Volume Out. Kumulatif : (Baris 1 + Baris 2) kolom Volume Outflow
- Volume Storage : (Baris 2 kolom 8 + Baris 1 kolom 13) – Baris 2 kolom 11
- Kontrol Kapasitas : Kapasitas Eksisting > Volume Storage (Aman)  
Kapasitas Eksisting < Volume Storage (Meluber)

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**Lampiran 6. Debit inflow dan outflow selama 10 tahun setelah dilakukan normalisasi Boezem Bratang dan penggantian Pompa (Kondisi Alternatif 2)**

Waktu		Selisih waktu	Laju debit inflow	Tambahan Debit dari 2 pintu	Total Laju debit inflow	Rata rata debit inflow	tambahan volume inflow	Jumlah volume kumulatif inflow	Pompa						Total Debit Outflow	Volume Outflow	Volume Outflow Kumulatif	Volume inflow-Outflow (Storage)	Kontrol Kapasitas Boezem
				1.75					1	2	3	4	5	6					64272.3
jam	menit	menit	m3/s			m3/s	m3	m3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3	
1		2	3	4	5	6	7	8	9						10	11	12	13	14
0	0		0.00	0	0		0	0							0.0	0.0	0.0	0.0	Aman
0.2	12	12	3.29	1.75	5.04	2.52	1812.66	1812.66							0.0	0.0	0.0	1812.7	Aman
0.4	24	12	17.34	1.75	19.09	12.06	8684.76	10497.41	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	7920.0	7920.0	2577.4	Aman
0.5176	31.056	7.056	32.19	1.75	33.94	26.51	11224.42	21721.84	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	4657.0	12577.0	9144.9	Aman
0.6	36	4.944	29.42	1.75	31.17	32.55	9657.11	31378.94	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	3263.0	15840.0	15538.9	Aman
0.8	48	12	23.66	1.75	25.41	28.29	20368.76	51747.71	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	7920.0	23760.0	27987.7	Aman
1	60	12	19.02	1.75	20.77	23.09	16623.15	68370.86	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	7920.0	31680.0	36690.9	Aman
1.2	72	12	19.27	1.75	21.02	20.89	15042.56	83413.42	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	7920.0	39600.0	43813.4	Aman
1.4	84	12	15.49	1.75	17.24	19.13	13771.78	97185.20	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	7920.0	47520.0	49665.2	Aman
1.6	96	12	12.45	1.75	14.20	15.72	11319.28	108504.48	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	7920.0	55440.0	53064.5	Aman
1.621	97.26	1.26	12.17	1.75	13.92	14.06	1063.10	109567.58	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	831.6	56271.6	53296.0	Aman
1.8	108	10.74	10.68	1.75	12.43	13.18	8491.72	118059.31	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	7088.4	63360.0	54699.3	Aman
2	120	12	9.24	1.75	10.99	11.71	8432.05	126491.35	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	7920.0	71280.0	55211.4	Aman
2.2	132	12	9.14	1.75	10.89	10.94	7877.31	134368.67	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	7920.0	79200.0	55168.7	Aman
2.4	144	12	7.91	1.75	9.66	10.27	7397.67	141766.34	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	7920.0	87120.0	54646.3	Aman
2.6	156	12	6.84	1.75	8.59	9.12	6566.84	148333.18	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	7920.0	95040.0	53293.2	Aman
2.8	168	12	5.91	1.75	7.66	8.12	5848.47	154181.65	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	7920.0	102960.0	51221.6	Aman
3	180	12	5.11	1.75	6.86	7.26	5227.34	159408.99	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	7920.0	110880.0	48529.0	Aman
3.2	192	12	4.86	1.75	6.61	6.74	4850.38	164259.36	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	7920.0	118800.0	45459.4	Aman
3.277	196.62	4.62	4.60	1.75	6.35	6.48	1796.45	166055.81	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	3049.2	121849.2	44206.6	Aman



3.4	204	7.38	4.30	1.75	6.05	6.20	2744.98	168800.79	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	4870.8	126720.0	42080.8	Aman
3.6	216	12	3.86	1.75	5.61	5.83	4196.04	172996.83	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	7920.0	134640.0	38356.8	Aman
3.8	228	12	3.46	1.75	5.21	5.41	3892.61	176889.44	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	7920.0	142560.0	34329.4	Aman
4	240	12	3.10	1.75	4.85	5.03	3620.53	180509.97	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	11.0	7920.0	150480.0	30030.0	Aman
4.2	252	12	2.99	1.75	4.74	4.80	3453.84	183963.81	1.5		2.0	2.0	2.0		7.5	5400.0	155880.0	28083.8	Aman
4.4	264	12	2.68	1.75	4.43	4.59	3304.38	187268.19	1.5		2.0	2.0	2.0		7.5	5400.0	161280.0	25988.2	Aman
4.6	276	12	2.41	1.75	4.16	4.30	3093.09	190361.28	1.5		2.0	2.0	2.0		7.5	5400.0	166680.0	23681.3	Aman
4.8	288	12	2.16	1.75	3.91	4.03	2903.65	193264.93	1.5		2.0	2.0	2.0		7.5	5400.0	172080.0	21184.9	Aman
5	300	12	1.94	1.75	3.69	3.80	2733.78	195998.71	1.5		2.0	2.0	2.0		7.5	5400.0	177480.0	18518.7	Aman
5.2	312	12	1.74	1.75	3.49	3.59	2581.47	198580.18											
5.4	324	12	1.56	1.75	3.31	3.40	2444.90	201025.07											
5.6	336	12	1.40	1.75	3.15	3.23	2322.44	203347.51											
5.8	348	12	1.25	1.75	3.00	3.07	2212.64	205560.15											
6	360	12	1.12	1.75	2.87	2.94	2114.19	207674.34											
6.2	372	12	1.01	1.75	2.76	2.81	2025.91	209700.24											
6.4	384	12	0.90	1.75	2.65	2.70	1946.75	211647.00											
6.6	396	12	0.81	1.75	2.56	2.61	1875.78	213522.77											
6.8	408	12	0.73	1.75	2.48	2.52	1812.14	215334.91											
7	420	12	0.65	1.75	2.40	2.44	1755.08	217089.99											
7.2	432	12	0.58	1.75	2.33	2.37	1703.91	218793.90											
7.4	444	12	0.52	1.75	2.27	2.30	1658.03	220451.93											
7.6	456	12	0.47	1.75	2.22	2.25	1616.90	222068.83											
7.8	468	12	0.42	1.75	2.17	2.19	1580.01	223648.84											
8	480	12	0.38	1.75	2.13	2.15	1546.94	225195.78											

Sumber : Hasil Perhitungan

**Lampiran 7. Operasi Pompa pada saat pengosongan boezem**

Waktu		Selisih waktu	Pompa						Debit Otflow	Volume Outflow	Volume Outflow Kumulatif	Volume Boezem (Storage)
			1	2	3	4	5	6				
jam	menit	menit	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3
1		2	3						4	5	6	7
0	0	0							0	0	0	18518.7
0.2	12	12	1.5	1.5	2	2			7	5040	5040	13478.7
0.4	24	12	1.5	1.5	2	2			7	5040	10080	8438.7
0.6	36	12	1.5	1.5	2	2			7	5040	15120	3398.7
0.8	48	12	1.5	1.5					3	2160	17280	1238.7
1	60	12	1.5						1.5	1080	18360	158.7

*Sumber : Hasil Perhitungan*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**Lampiran 8. Debit inflow dan outflow selama 5tahun setelah dilakukan normalisasi Boezem Bratang (Kondisi Alternatif 3)**

Waktu		Selisih waktu	Laju debit inflow	Tambahan Debit dari 2 pintu	Total Laju debit inflow	Rata rata debit inflow	tambahan volume inflow	Jumlah volume kumulatif inflow	Pompa							Total Debit Outflow	Volume Outflow	Volume Outflow Kumulatif	Volume inflow-Outflow (Storage)	Kontrol Kapasitas Boezem
				0	1				2	3	4	5	6	7	64272.3					
jam	menit	menit	m3/s			m3/s	m3	m3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3	
1		2	3	4	5	6	7	8	9							10	11	12	13	14
0	0		0.00	0	0		0	0								0.0	0.0	0.0	0.0	Aman
0.2	12	12	3.19	1.75	4.94	2.47	1778.33	1778.33								0.0	0.0	0.0	1778.3	Aman
0.4	24	12	16.84	1.75	18.59	11.76	8469.23	10247.56	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	9000.0	1247.6	Aman
0.5176	31.056	7.056	31.25	1.75	33.00	25.79	10920.10	21167.66	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	5292.0	14292.0	6875.7	Aman
0.6	36	4.944	28.57	1.75	30.32	31.66	9391.85	30559.51	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	3708.0	18000.0	12559.5	Aman
0.8	48	12	22.97	1.75	24.72	27.52	19814.07	50373.58	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	27000.0	23373.6	Aman
1	60	12	18.47	1.75	20.22	22.47	16177.19	66550.77	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	36000.0	30550.8	Aman
1.2	72	12	18.71	1.75	20.46	20.34	14642.47	81193.24	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	45000.0	36193.2	Aman
1.4	84	12	15.04	1.75	16.79	18.62	13408.59	94601.83	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	54000.0	40601.8	Aman
1.6	96	12	12.09	1.75	13.84	15.32	11027.28	105629.11	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	63000.0	42629.1	Aman
1.621	97.26	1.26	11.82	1.75	13.57	13.70	1036.08	106665.19	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	945.0	63945.0	42720.2	Aman
1.8	108	10.74	10.37	1.75	12.12	12.85	8277.96	114943.15	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	8055.0	72000.0	42943.1	Aman
2	120	12	8.97	1.75	10.72	11.42	8223.86	123167.00	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	81000.0	42167.0	Aman
2.2	132	12	8.88	1.75	10.63	10.67	7685.23	130852.23	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	90000.0	40852.2	Aman
2.4	144	12	7.68	1.75	9.43	10.03	7219.51	138071.74	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	99000.0	39071.7	Aman
2.6	156	12	6.64	1.75	8.39	8.91	6412.79	144484.52	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	108000.0	36484.5	Aman
2.8	168	12	5.74	1.75	7.49	7.94	5715.27	150199.80	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	117000.0	33199.8	Aman
3	180	12	4.96	1.75	6.71	7.10	5112.17	155311.97	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	126000.0	29312.0	Aman
3.2	192	12	4.72	1.75	6.47	6.59	4746.16	160058.13	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0			8.5	6120.0	132120.0	27938.1	Aman
3.277	196.62	4.62	4.46	1.75	6.21	6.34	1758.38	161816.51	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0			8.5	2356.2	134476.2	27340.3	Aman
3.4	204	7.38	4.18	1.75	5.93	6.07	2687.79	164504.30	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0			8.5	3763.8	138240.0	26264.3	Aman

Sumber : Hasil Perhitungan

3.6	216	12	3.74	1.75	5.49	5.71	4110.81	168615.11	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0		8.5	6120.0	144360.0	24255.1	Aman
3.8	228	12	3.36	1.75	5.11	5.30	3816.19	172431.30	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0		8.5	6120.0	150480.0	21951.3	Aman
4	240	12	3.01	1.75	4.76	4.93	3552.01	175983.31	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0		8.5	6120.0	156600.0	19383.3	Aman
4.2	252	12	2.91	1.75	4.66	4.71	3390.16	179373.47	1.5	1.5	1.5	2.0			6.5	4680.0	161280.0	18093.5	Aman
4.4	264	12	2.61	1.75	4.36	4.51	3245.03	182618.50	1.5	1.5	1.5	2.0			6.5	4680.0	165960.0	16658.5	Aman
4.6	276	12	2.34	1.75	4.09	4.22	3039.88	185658.38	1.5	1.5	1.5	2.0			6.5	4680.0	170640.0	15018.4	Aman
4.8	288	12	2.10	1.75	3.85	3.97	2855.94	188514.32	1.5	1.5	1.5	2.0			6.5	4680.0	175320.0	13194.3	Aman
5	300	12	1.88	1.75	3.63	3.74	2691.00	191205.32	1.5	1.5	1.5	2.0			6.5	4680.0	180000.0	11205.3	Aman
5.2	312	12	1.68	1.75	3.43	3.53	2543.11	193748.42											
5.4	324	12	1.51	1.75	3.26	3.35	2410.50	196158.92											
5.6	336	12	1.35	1.75	3.10	3.18	2291.60	198450.52											
5.8	348	12	1.21	1.75	2.96	3.03	2184.99	200635.51											
6	360	12	1.09	1.75	2.84	2.90	2089.39	202724.90											
6.2	372	12	0.98	1.75	2.73	2.78	2003.67	204728.57											
6.4	384	12	0.88	1.75	2.63	2.68	1926.82	206655.39											
6.6	396	12	0.79	1.75	2.54	2.58	1857.90	208513.29											
6.8	408	12	0.70	1.75	2.45	2.49	1796.11	210309.40											
7	420	12	0.63	1.75	2.38	2.42	1740.70	212050.11											
7.2	432	12	0.57	1.75	2.32	2.35	1691.02	213741.13											
7.4	444	12	0.51	1.75	2.26	2.29	1646.48	215387.61											
7.6	456	12	0.46	1.75	2.21	2.23	1606.54	216994.15											
7.8	468	12	0.41	1.75	2.16	2.18	1570.72	218564.87											
8	480	12	0.37	1.75	2.12	2.14	1538.61	220103.48											

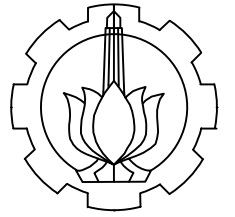
Sumber : Hasil Perhitungan

**Lampiran 9. Debit inflow dan outflow selama 10 tahun setelah dilakukan normalisasi Boezem Bratang (Kondisi Alternatif 3)**

Waktu		Selisih waktu	Laju debit inflow	Tambahan Debit dari 2 pintu	Total Laju debit inflow	Rata rata debit inflow	tambahan volume inflow	Jumlah volume kumulatif inflow	Pompa							Total Debit Outflow	Volume Outflow	Volume Outflow Kumulatif	Volume inflow-Outflow (Storage)	Kontrol Kapasitas Boezem	
				1.75	1				2	3	4	5	6	7	64272.3						
jam	menit	menit	m3/s			m3/s	m3	m3	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3	m3	m3		
1		2	3	4	5	6	7	8	9							10	11	12	13	14	
0	0		0.00	0	0		0	0									0.0	0.0	0.0	0.0	Aman
0.2	12	12	3.29	1.75	5.04	2.52	1812.66	1812.66									0.0	0.0	0.0	1812.7	Aman
0.4	24	12	17.34	1.75	19.09	12.06	8684.76	10497.41	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	9000.0	1497.4	Aman
0.5176	31.056	7.056	32.19	1.75	33.94	26.51	11224.42	21721.84	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	5292.0	14292.0	7429.8	Aman
0.6	36	4.944	29.42	1.75	31.17	32.55	9657.11	31378.94	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	3708.0	18000.0	13378.9	Aman
0.8	48	12	23.66	1.75	25.41	28.29	20368.76	51747.71	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	27000.0	24747.7	Aman
1	60	12	19.02	1.75	20.77	23.09	16623.15	68370.86	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	36000.0	32370.9	Aman
1.2	72	12	19.27	1.75	21.02	20.89	15042.56	83413.42	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	45000.0	38413.4	Aman
1.4	84	12	15.49	1.75	17.24	19.13	13771.78	97185.20	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	54000.0	43185.2	Aman
1.6	96	12	12.45	1.75	14.20	15.72	11319.28	108504.48	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	63000.0	45504.5	Aman
1.621	97.26	1.26	12.17	1.75	13.92	14.06	1063.10	109567.58	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	945.0	63945.0	45622.6	Aman
1.8	108	10.74	10.68	1.75	12.43	13.18	8491.72	118059.31	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	8055.0	72000.0	46059.3	Aman
2	120	12	9.24	1.75	10.99	11.71	8432.05	126491.35	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	81000.0	45491.4	Aman
2.2	132	12	9.14	1.75	10.89	10.94	7877.31	134368.67	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	90000.0	44368.7	Aman
2.4	144	12	7.91	1.75	9.66	10.27	7397.67	141766.34	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	99000.0	42766.3	Aman
2.6	156	12	6.84	1.75	8.59	9.12	6566.84	148333.18	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	108000.0	40333.2	Aman
2.8	168	12	5.91	1.75	7.66	8.12	5848.47	154181.65	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	117000.0	37181.6	Aman
3	180	12	5.11	1.75	6.86	7.26	5227.34	159408.99	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	126000.0	33409.0	Aman
3.2	192	12	4.86	1.75	6.61	6.74	4850.38	164259.36	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	9000.0	135000.0	29259.4	Aman
3.277	196.62	4.62	4.60	1.75	6.35	6.48	1796.45	166055.81	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	3465.0	138465.0	27590.8	Aman
3.4	204	7.38	4.30	1.75	6.05	6.20	2744.98	168800.79	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0		12.5	5535.0	144000.0	24800.8	Aman

3.6	216	12	3.86	1.75	5.61	5.83	4196.04	172996.83	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	153000.0	19996.8	Aman
3.8	228	12	3.46	1.75	5.21	5.41	3892.61	176889.44	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	9000.0	162000.0	14889.4	Aman
4	240	12	3.10	1.75	4.85	5.03	3620.53	180509.97	1.5	1.5		2.0				5.0	3600.0	165600.0	14910.0	Aman
4.2	252	12	2.99	1.75	4.74	4.80	3453.84	183963.81	1.5	1.5		2.0				5.0	3600.0	169200.0	14763.8	Aman
4.4	264	12	2.68	1.75	4.43	4.59	3304.38	187268.19	1.5	1.5		2.0				5.0	3600.0	172800.0	14468.2	Aman
4.6	276	12	2.41	1.75	4.16	4.30	3093.09	190361.28	1.5	1.5		2.0				5.0	3600.0	176400.0	13961.3	Aman
4.8	288	12	2.16	1.75	3.91	4.03	2903.65	193264.93	1.5	1.5		2.0				5.0	3600.0	180000.0	13264.9	Aman
5	300	12	1.94	1.75	3.69	3.80	2733.78	195998.71	1.5	1.5		2.0				5.0	3600.0	183600.0	12398.7	Aman
5.2	312	12	1.74	1.75	3.49	3.59	2581.47	198580.18												
5.4	324	12	1.56	1.75	3.31	3.40	2444.90	201025.07												
5.6	336	12	1.40	1.75	3.15	3.23	2322.44	203347.51												
5.8	348	12	1.25	1.75	3.00	3.07	2212.64	205560.15												
6	360	12	1.12	1.75	2.87	2.94	2114.19	207674.34												
6.2	372	12	1.01	1.75	2.76	2.81	2025.91	209700.24												
6.4	384	12	0.90	1.75	2.65	2.70	1946.75	211647.00												
6.6	396	12	0.81	1.75	2.56	2.61	1875.78	213522.77												
6.8	408	12	0.73	1.75	2.48	2.52	1812.14	215334.91												
7	420	12	0.65	1.75	2.40	2.44	1755.08	217089.99												
7.2	432	12	0.58	1.75	2.33	2.37	1703.91	218793.90												
7.4	444	12	0.52	1.75	2.27	2.30	1658.03	220451.93												
7.6	456	12	0.47	1.75	2.22	2.25	1616.90	222068.83												
7.8	468	12	0.42	1.75	2.17	2.19	1580.01	223648.84												
8	480	12	0.38	1.75	2.13	2.15	1546.94	225195.78												

Sumber : Hasil Perhitungan



PROGRAM SARJANA TERAPAN  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NOTES CATATAN

SALURAN EKSTING

SUBJECT MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
 FINAL PROJECT

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP)  
 UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM  
 DRAINASE BOEZEM BRATANG, SALURAN KALI  
 SUMO-BRATANG, KOTA SURABAYA

OPERATION AND MAINTENANCE ANALYSIS  
 TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF THE DRAINAGE  
 SYSTEM IN THE BOEZEM BRATANG KALI SUMO-BRATANG  
 CHANNELS, SURABAYA CITY

SUPERVISOR 1 DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
 NIP. 19600517 198903 1 002

NAME NAMA

Bayu Putra Pratama  
 1011181500060

DRAWING TITLE JUDUL GAMBAR

PETA DAS KALI SUMO-BRATANG

WATERSHED MAP OF KALI  
 SUMO-BRATANG

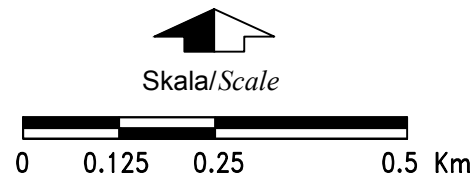
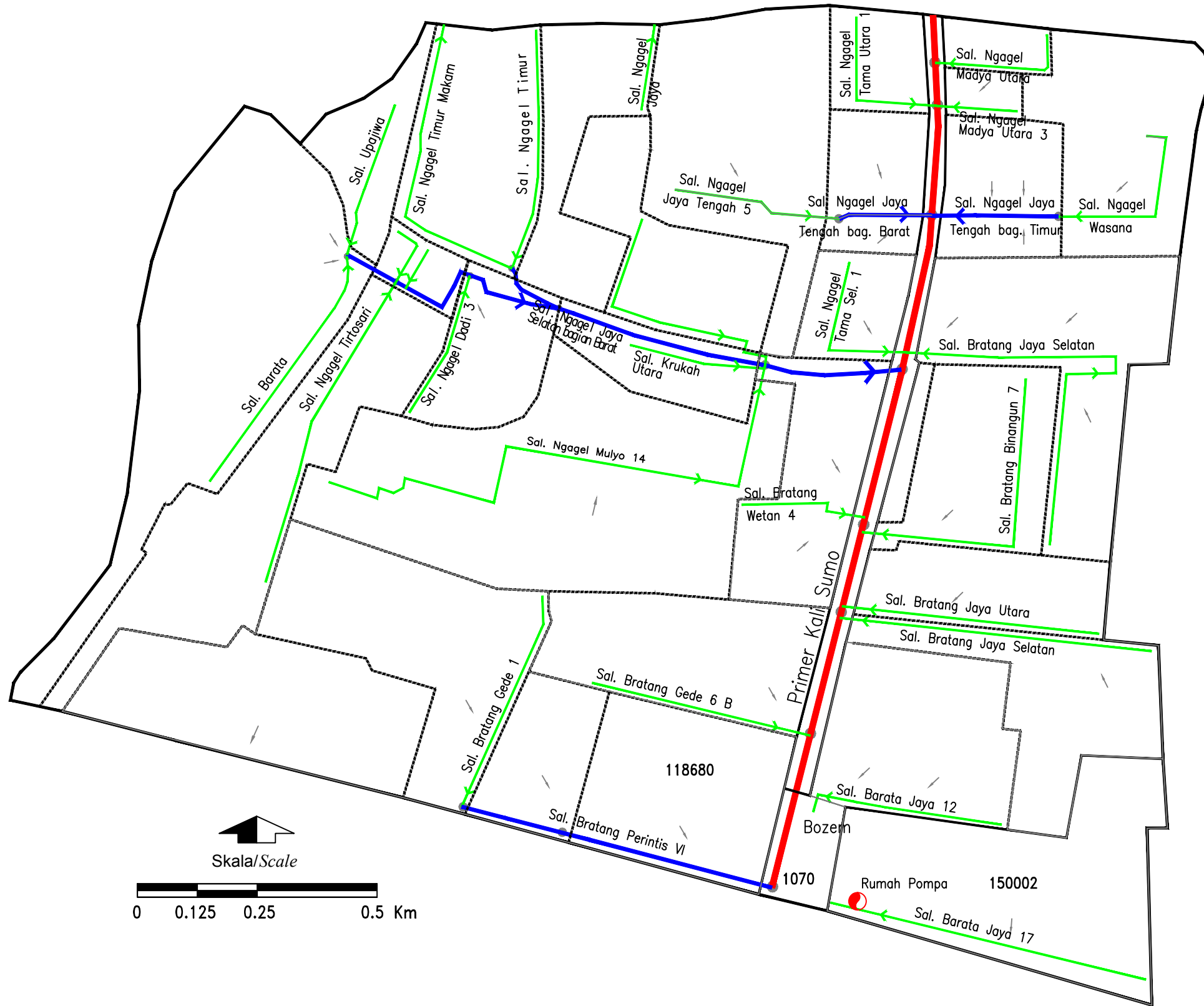
DRAWING SOURCE SUMBER GAMBAR

BAPPEKO  
 Surabaya

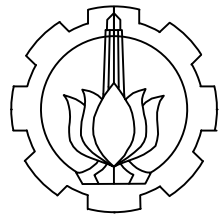
SCALE SKALA

NOMOR GAMBAR JUMLAH GAMBAR  
 DRAWING NUMBER TOTAL DRAWING

01 15







PROGRAM SARJANA TERAPAN  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NOTES CATATAN

SUBJECT MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
FINAL PROJECT

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP)  
UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM  
DRAINASE BOEZEM BRATANG, SALURAN KALI  
SUMO-BRATANG, KOTA SURABAYA

OPERATION AND MAINTENANCE ANALYSIS  
TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF THE DRAINAGE  
SYSTEM IN THE BOEZEM BRATANG KALI SUMO-BRATANG  
CHANNELS, SURABAYA CITY

SUPERVISOR 1 DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud, M.M.T.  
NIP. 19600517 198903 1 002

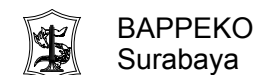
NAME NAMA

Bayu Putra Pratama  
1011181500060

DRAWING TITLE JUDUL GAMBAR

POLYGON THIESSEN SCH  
WONOKROMO  
POLYGON THIESSEN WONOKROMO  
RAINFALL STATION

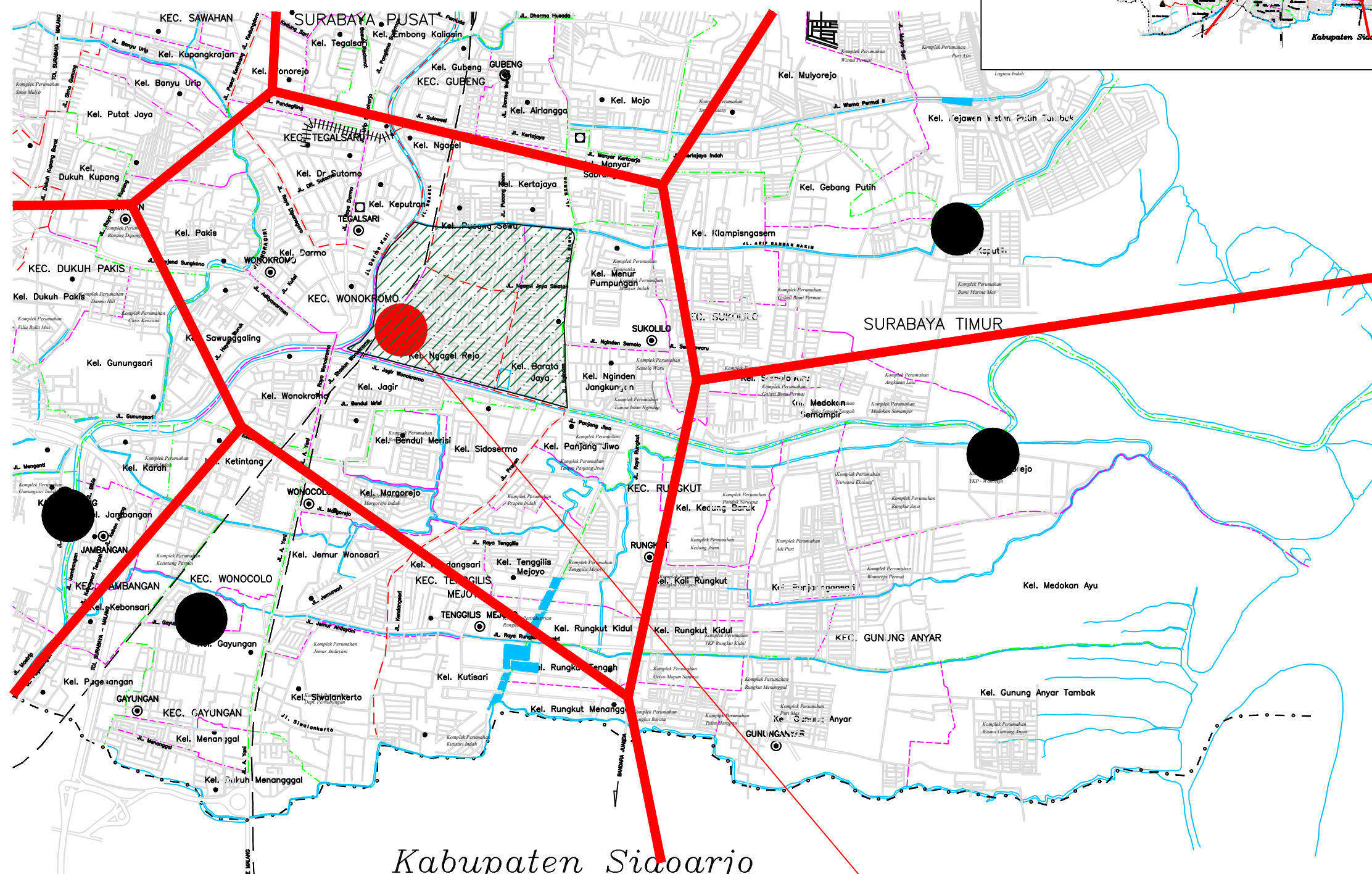
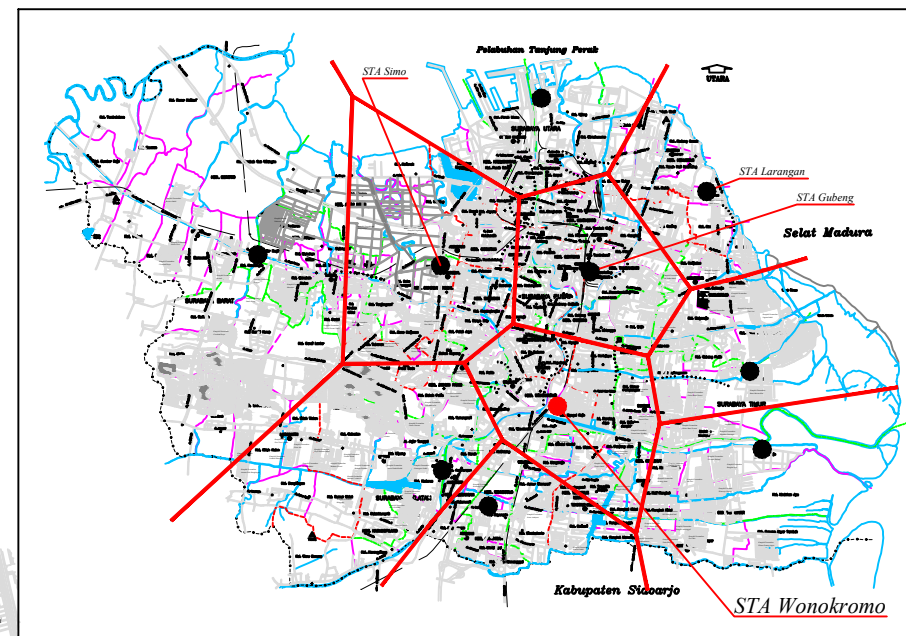
DRAWING SOURCE SUMBER GAMBAR



SCALE SKALA

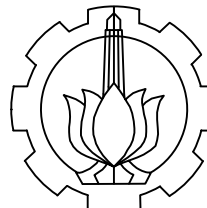
NOMOR GAMBAR JUMLAH GAMBAR  
DRAWING NUMBER TOTAL DRAWING

02 15



Kabupaten Sidoarjo

*STA Wonokromo*



PROGRAM SARJANA TERAPAN  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NOTES CATATAN

SUBJECT MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
FINAL PROJECT

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP)  
UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM  
DRAINASE BOEZEM BRATANG, SALURAN KALI  
SUMO-BRATANG, KOTA SURABAYA

OPERATION AND MAINTENANCE ANALYSIS  
TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF THE DRAINAGE  
SYSTEM IN THE BOEZEM BRATANG KALI SUMO-BRATANG  
CHANNELS, SURABAYA CITY

SUPERVISOR 1 DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud, M.M.T.  
NIP. 19600517 198903 1 002

NAME NAMA

Bayu Putra Pratama  
1011181500060

DRAWING TITLE JUDUL GAMBAR

RENCANA  
PENGUNAAN LAHAN 2018  
PADA SISTEM PEMATUSAN KALI SUMO

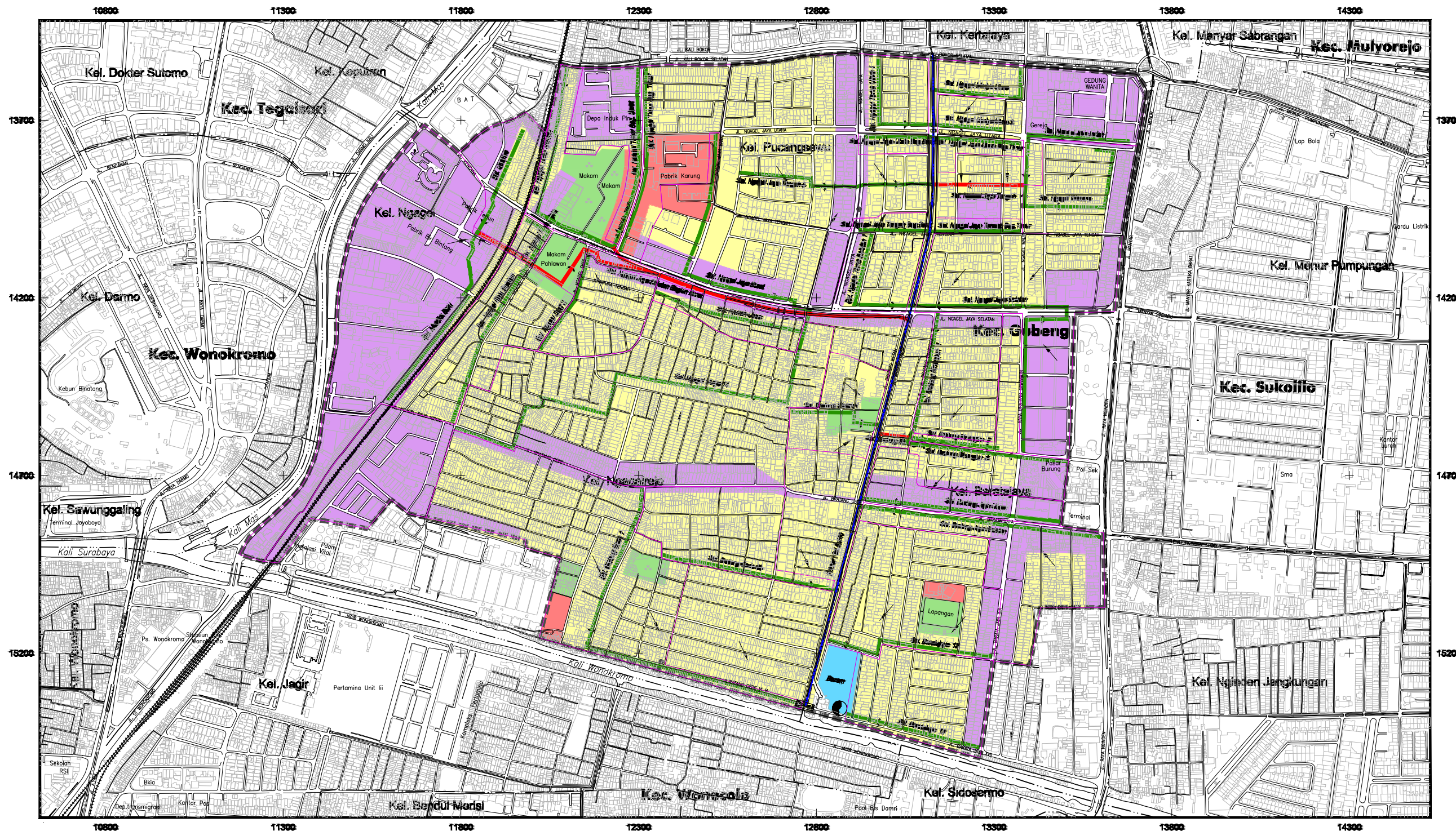
DRAWING SOURCE SUMBER GAMBAR

PEMERINTAH KOTA SURABAYA  
BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN  
SDMP 2018

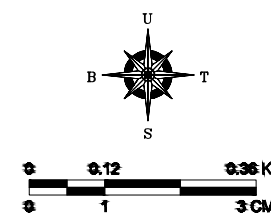
SCALE SKALA SKALA 1 : 12.000

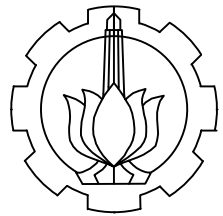
NOMOR GAMBAR JUMLAH GAMBAR  
DRAWING NUMBER TOTAL DRAWING

03 15



- BATAS CATCHMENT AREA
- BATAS KECAMATAN
- BATAS KELURAHAN
- JALAN
- SUNGAI
- SALURAN PRIMER
- SALURAN SEKUNDER
- SALURAN TERSIER
- BOZEM
- RUMAH POMPA
- ▲ PINTU AIR
- PERMUKIMAN
- RUANG TERBUKA HIJAU (RTH)
- PERDAGANGAN & BISNIS
- FASUM





PROGRAM SARJANA TERAPAN  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NOTES CATATAN

SUBJECT MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
FINAL PROJECT

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP)  
UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM  
DRAINASE BOEZEM BRATANG, SALURAN KALI  
SUMO-BRATANG, KOTA SURABAYA

OPERATION AND MAINTENANCE ANALYSIS  
TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF THE DRAINAGE  
SYSTEM IN THE BOZEM BRATANG KALI SUMO-BRATANG  
CHANNELS, SURABAYA CITY

SUPERVISOR 1 DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud, M.M.T.  
NIP. 19600517 198903 1 002

NAME NAMA

Bayu Putra Pratama  
1011181500060

DRAWING TITLE JUDUL GAMBAR

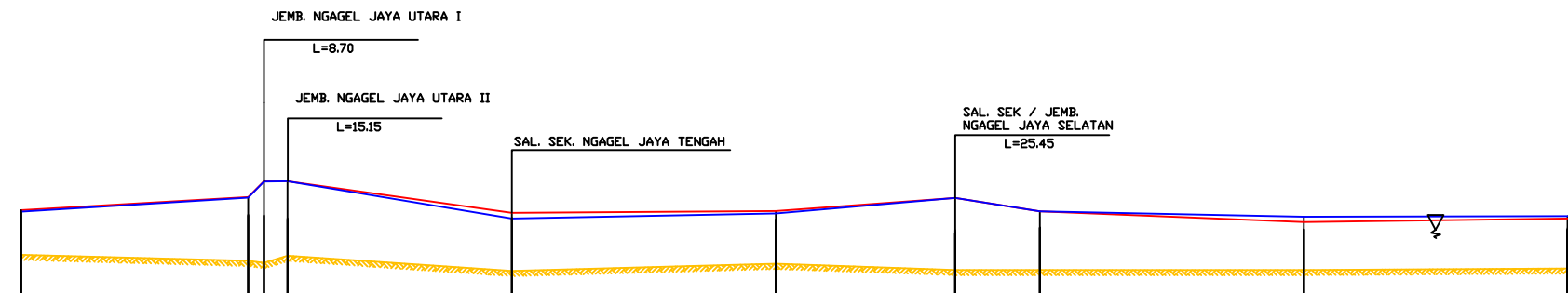
POTONGAN MEMANJANG SALURAN  
KALI SUMO  
LONG SECTION KALI SUMO CHANNEL

DRAWING SOURCE SUMBER GAMBAR

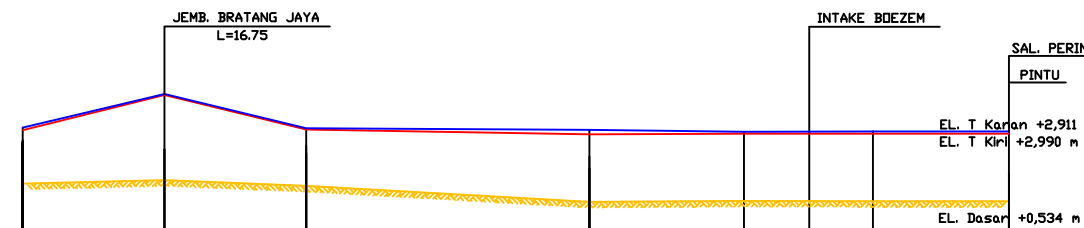
SCALE SKALA

NOMOR GAMBAR JUMLAH GAMBAR  
DRAWING NUMBER TOTAL DRAWING

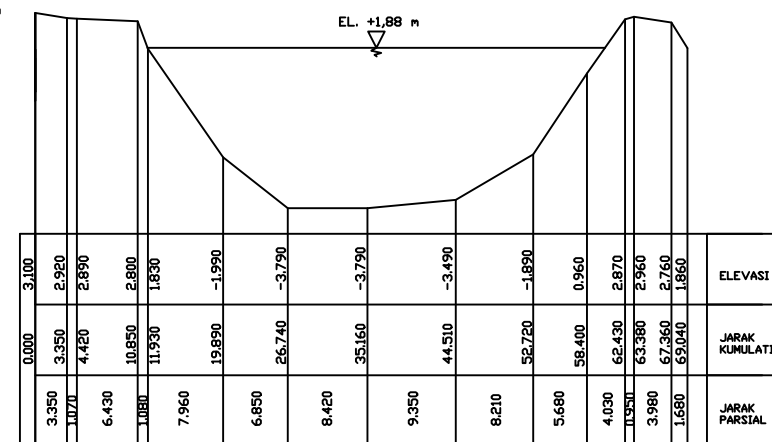
04 15

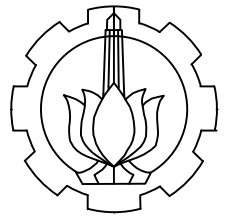


NOMOR PATOK	SM000000	SM00072	SM00084	SM00202	SM000372	SM000572	SM000708	SM000772	SM000972	SM001172
JARAK PARSIAL	172.000	12.000	18.000	170.000	200.000	136.000	64.000	200.000	200.000	
JARAK KUMULATIF	0.000	172.000	184.000	202.000	372.000	572.000	708.000	772.000	972.000	1172.000
ELEVASI TANGGUL KANAN	3.357	3.861	4.449	4.458	3.258	3.385	3.818	3.315	2.911	3.038
ELEVASI TANGGUL KIRI	3.307	3.383	4.446	4.452	3.048	3.238	3.817	3.315	3.115	3.128
ELEVASI DASAR SALURAN	1.666	1.436	1.356	1.463	1.052	1.325	1.666	1.035	1.046	1.150



NOMOR PATOK	SM001172	SM001272	SM001372	SM001572	SM001681	SM001727	SM001772	SM001861
JARAK PARSIAL	100.000	100.000	200.000	109.000	46.000	45.000	96.000	
JARAK KUMULATIF	1172.000	1272.000	1372.000	1572.000	1681.000	1772.000	1861.000	
ELEVASI TANGGUL KANAN	3.038	4.279	3.059	2.894	2.919	2.911	2.911	
ELEVASI TANGGUL KIRI	3.128	4.314	3.109	3.046	2.985	2.990	2.990	
ELEVASI DASAR SALURAN	1.150	1.273	1.973	0.509	0.547	0.533	0.534	





PROGRAM SARJANA TERAPAN  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NOTES CATATAN

— SALURAN EKSTING

SUBJECT MATA KULIAH

**TUGAS AKHIR TERAPAN**  
**FINAL PROJECT**

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP)  
 UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM  
 DRAINASE BOEZEM BRATANG, SALURAN KALI  
 SUMO-BRATANG, KOTA SURABAYA

OPERATION AND MAINTENANCE ANALYSIS  
 TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF THE DRAINAGE  
 SYSTEM IN THE BOZEM BRATANG KALI SUMO-BRATANG  
 CHANNELS, SURABAYA CITY

SUPERVISOR 1 DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.**  
 NIP. 19600517 198903 1 002

NAME NAMA

**Bayu Putra Pratama**  
 1011181500060

DRAWING TITLE JUDUL GAMBAR

**POTONGAN MELINTANG SALURAN  
 KALI SUMO**  
**CROSS SECTION KALI SUMO CHANNEL**

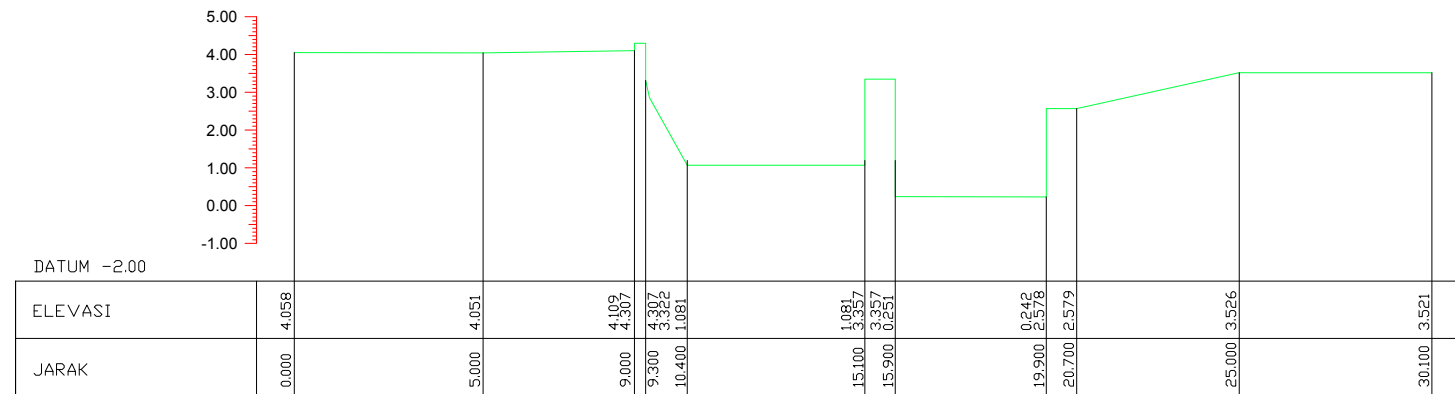
DRAWING SOURCE SUMBER GAMBAR

**BAPPEKO**  
**Surabaya**

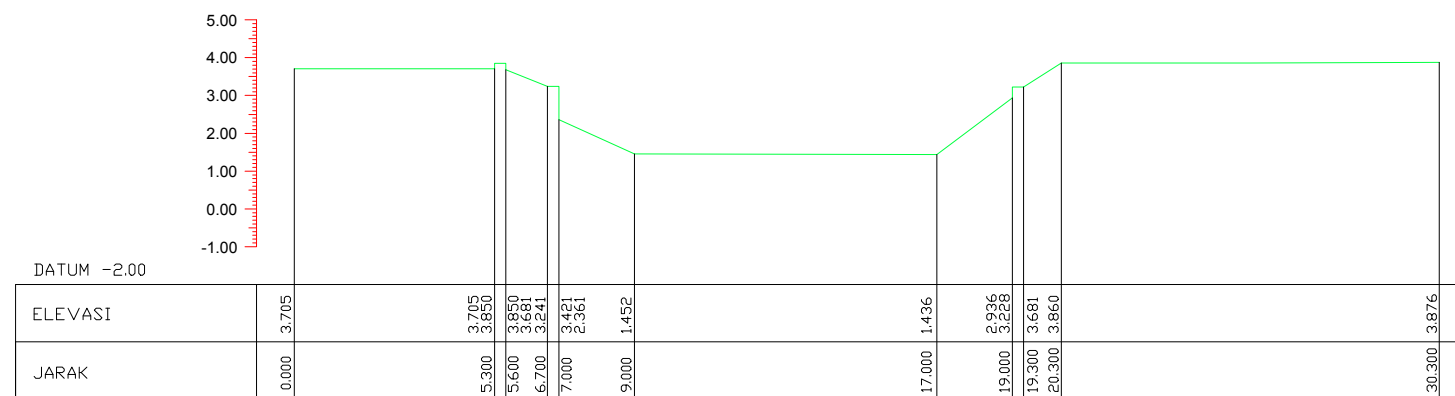
SCALE SKALA

NOMOR GAMBAR JUMLAH GAMBAR  
 DRAWING NUMBER TOTAL DRAWING

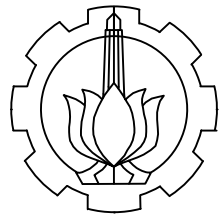
**05 15**



**SMO 00000** POTONGAN MELINTANG



**SMO 00172** POTONGAN MELINTANG



PROGRAM SARJANA TERAPAN  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NOTES CATATAN

— SALURAN EKSISTING

SUBJECT MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
FINAL PROJECT

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP)  
UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM  
DRAINASE BOEZEM BRATANG, SALURAN KALI  
SUMO-BRATANG, KOTA SURABAYA

OPERATION AND MAINTENANCE ANALYSIS  
TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF THE DRAINAGE  
SYSTEM IN THE BOEZEM BRATANG KALI SUMO-BRATANG  
CHANNELS, SURABAYA CITY

SUPERVISOR 1 DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
NIP. 19600517 198903 1 002

NAME NAMA

Bayu Putra Pratama  
1011181500060

DRAWING TITLE JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG SALURAN  
KALI SUMO  
CROSS SECTION KALI SUMO CHANNEL

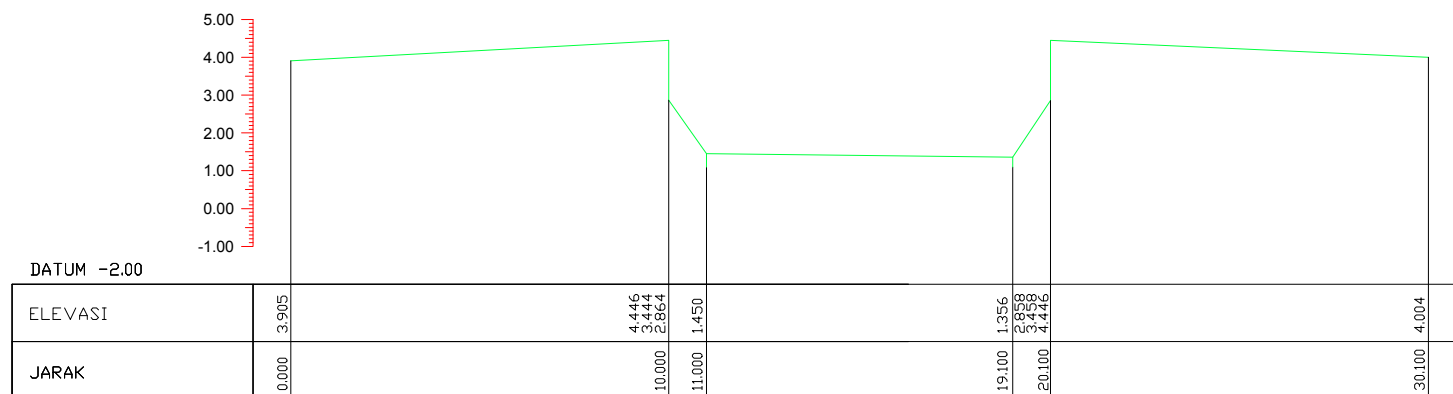
DRAWING SOURCE SUMBER GAMBAR

BAPPEKO  
Surabaya

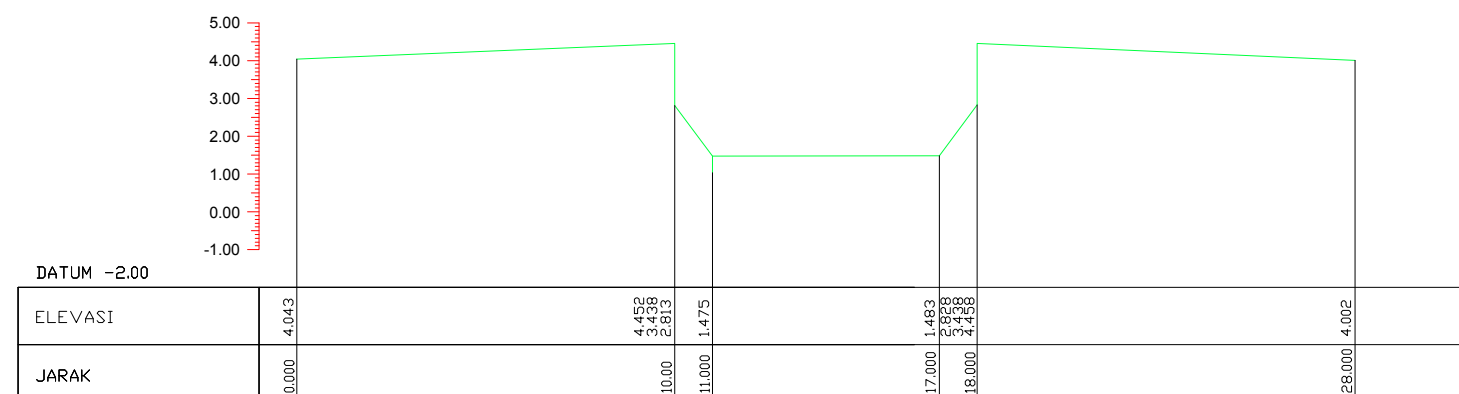
SCALE  
SKALA

NOMOR GAMBAR JUMLAH GAMBAR  
DRAWING NUMBER TOTAL DRAWING

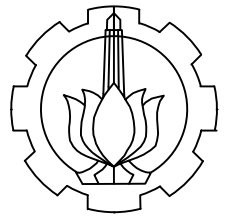
06 15



SMO  
00184 POTONGAN MELINTANG



SMO  
00202 POTONGAN MELINTANG



PROGRAM SARJANA TERAPAN  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NOTES CATATAN

— SALURAN EKSTING

SUBJECT MATA KULIAH

**TUGAS AKHIR TERAPAN**  
**FINAL PROJECT**

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP)  
 UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM  
 DRAINASE BOEZEM BRATANG, SALURAN KALI  
 SUMO-BRATANG, KOTA SURABAYA

OPERATION AND MAINTENANCE ANALYSIS  
 TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF THE DRAINAGE  
 SYSTEM IN THE BOZEM BRATANG KALI SUMO-BRATANG  
 CHANNELS, SURABAYA CITY

SUPERVISOR 1 DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir. Ismail Sa'ud, M.M.T.**  
 NIP. 19600517 198903 1 002

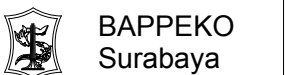
NAME NAMA

**Bayu Putra Pratama**  
 1011181500060

DRAWING TITLE JUDUL GAMBAR

**POTONGAN MELINTANG SALURAN  
 KALI SUMO**  
**CROSS SECTION KALI SUMO CHANNEL**

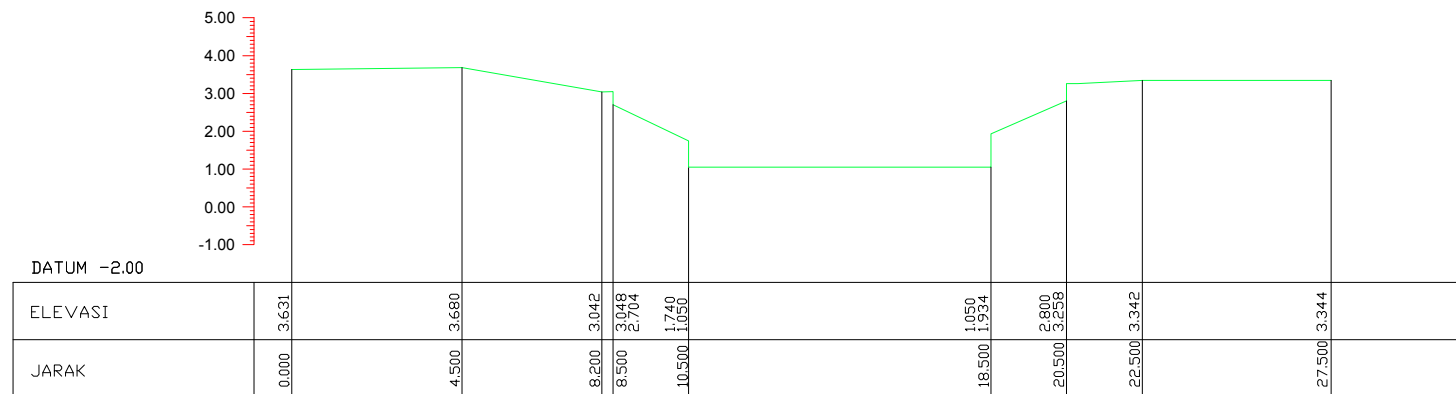
DRAWING SOURCE SUMBER GAMBAR



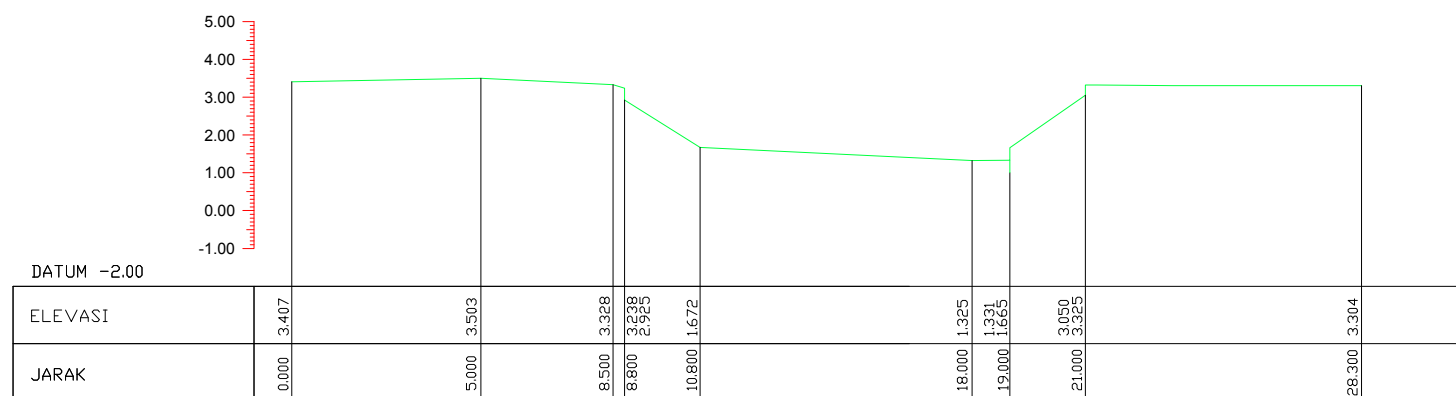
SCALE SKALA

NOMOR GAMBAR JUMLAH GAMBAR  
 DRAWING NUMBER TOTAL DRAWING

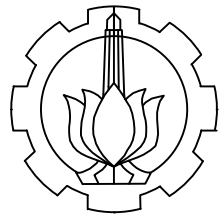
**07 15**



**SMO**  
**00372** POTONGAN MELINTANG



**SMO**  
**00572** POTONGAN MELINTANG



PROGRAM SARJANA TERAPAN  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NOTES CATATAN

— SALURAN EKSTING

SUBJECT MATA KULIAH

**TUGAS AKHIR TERAPAN**  
**FINAL PROJECT**

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP)  
 UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM  
 DRAINASE BOEZEM BRATANG, SALURAN KALI  
 SUMO-BRATANG, KOTA SURABAYA

OPERATION AND MAINTENANCE ANALYSIS  
 TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF THE DRAINAGE  
 SYSTEM IN THE BOEZEM BRATANG KALI SUMO-BRATANG  
 CHANNELS, SURABAYA CITY

SUPERVISOR 1 DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.**  
 NIP. 19600517 198903 1 002

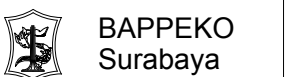
NAME NAMA

**Bayu Putra Pratama**  
 1011181500060

DRAWING TITLE JUDUL GAMBAR

**POTONGAN MELINTANG SALURAN  
 KALI SUMO**  
**CROSS SECTION KALI SUMO CHANNEL**

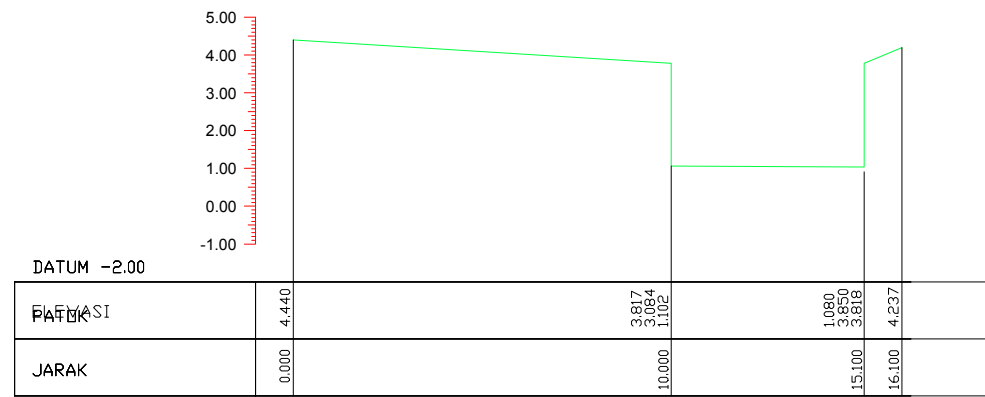
DRAWING SOURCE SUMBER GAMBAR



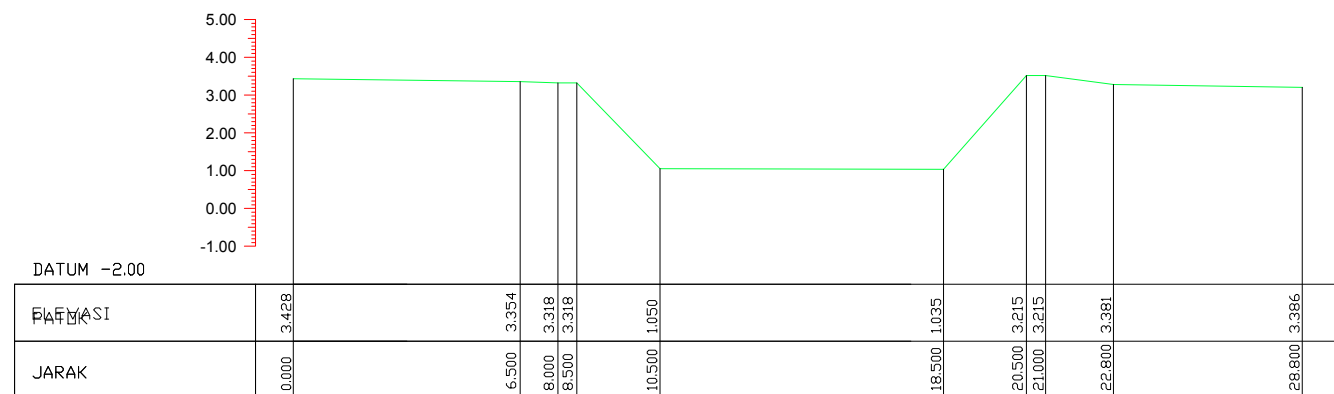
SCALE SKALA

NOMOR GAMBAR JUMLAH GAMBAR  
 DRAWING NUMBER TOTAL DRAWING

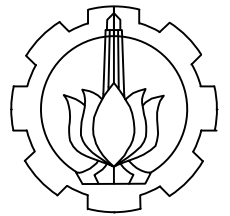
**08 15**



**SMO 00708** POTONGAN MELINTANG



**SMO 00772** POTONGAN MELINTANG



PROGRAM SARJANA TERAPAN  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NOTES CATATAN

— SALURAN EKSTING

SUBJECT MATA KULIAH

**TUGAS AKHIR TERAPAN**  
**FINAL PROJECT**

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP)  
 UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM  
 DRAINASE BOEZEM BRATANG, SALURAN KALI  
 SUMO-BRATANG, KOTA SURABAYA

OPERATION AND MAINTENANCE ANALYSIS  
 TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF THE DRAINAGE  
 SYSTEM IN THE BOEZEM BRATANG KALI SUMO-BRATANG  
 CHANNELS, SURABAYA CITY

SUPERVISOR 1 DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
 NIP. 19600517 198903 1 002

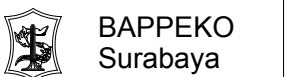
NAME NAMA

Bayu Putra Pratama  
 1011181500060

DRAWING TITLE JUDUL GAMBAR

**POTONGAN MELINTANG SALURAN  
 KALI SUMO**  
**CROSS SECTION KALI SUMO CHANNEL**

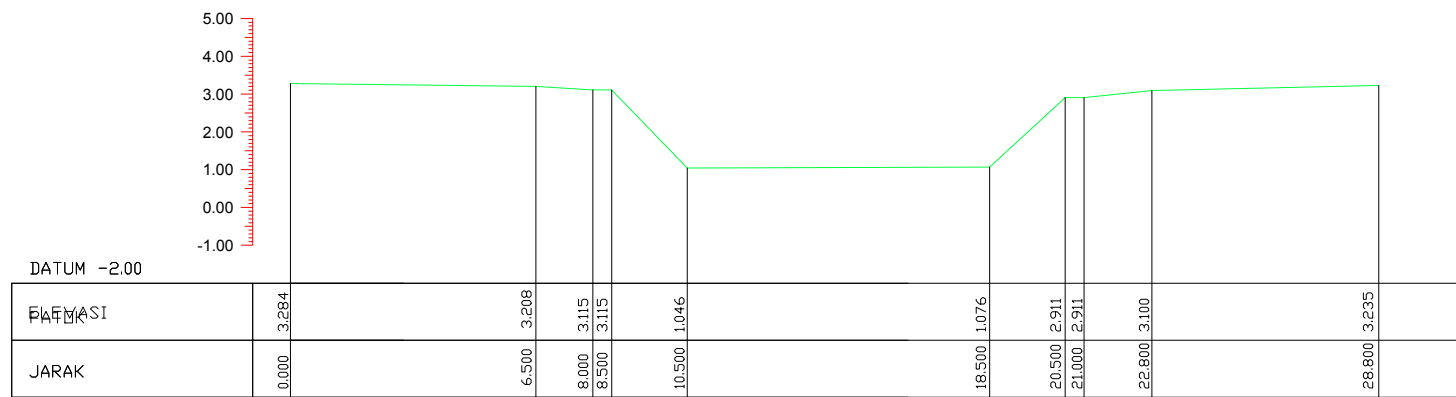
DRAWING SOURCE SUMBER GAMBAR



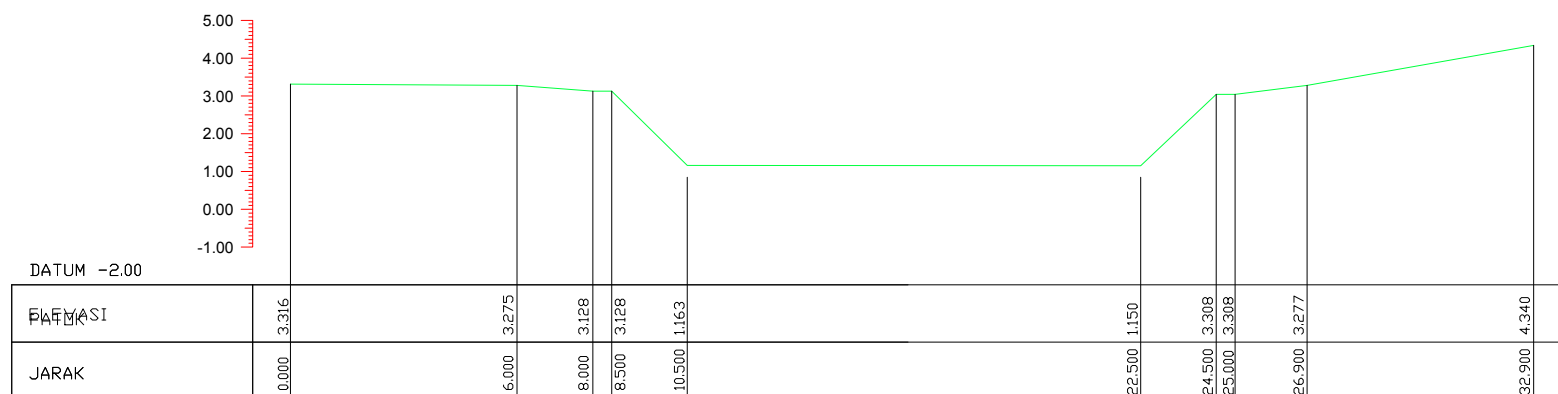
SCALE SKALA

NOMOR GAMBAR JUMLAH GAMBAR  
 DRAWING NUMBER TOTAL DRAWING

**09 15**

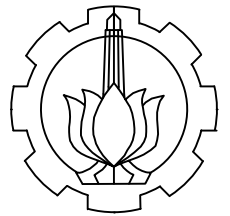


**SLO 00972** POTONGAN MELINTANG



**SLO 01172** POTONGAN MELINTANG





— SALURAN EKSISTING

SUBJECT MATA KULIAH

**TUGAS AKHIR TERAPAN**  
**FINAL PROJECT**

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP)  
 UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM  
 DRAINASE BOEZEM BRATANG, SALURAN KALI  
 SUMO-BRATANG, KOTA SURABAYA

OPERATION AND MAINTENANCE ANALYSIS  
 TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF THE DRAINAGE  
 SYSTEM IN THE BOZEM BRATANG KALI SUMO-BRATANG  
 CHANNELS, SURABAYA CITY

SUPERVISOR 1 DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.**  
 NIP. 19600517 198903 1 002

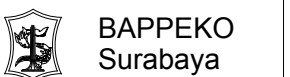
NAME NAMA

**Bayu Putra Pratama**  
 1011181500060

DRAWING TITLE JUDUL GAMBAR

**POTONGAN MELINTANG SALURAN  
 KALI SUMO**  
**CROSS SECTION KALI SUMO  
 CHANNEL**

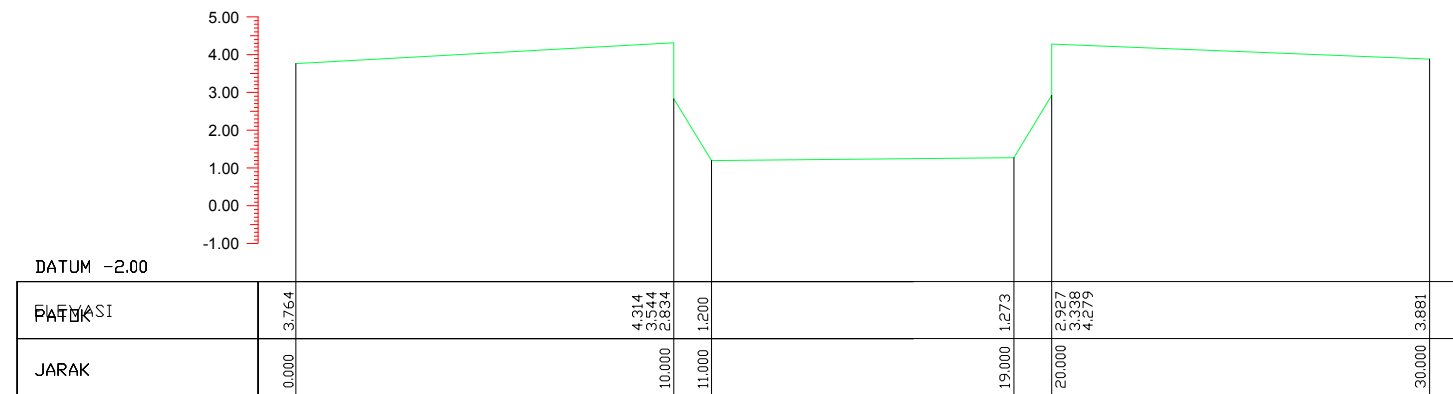
DRAWING SOURCE SUMBER GAMBAR



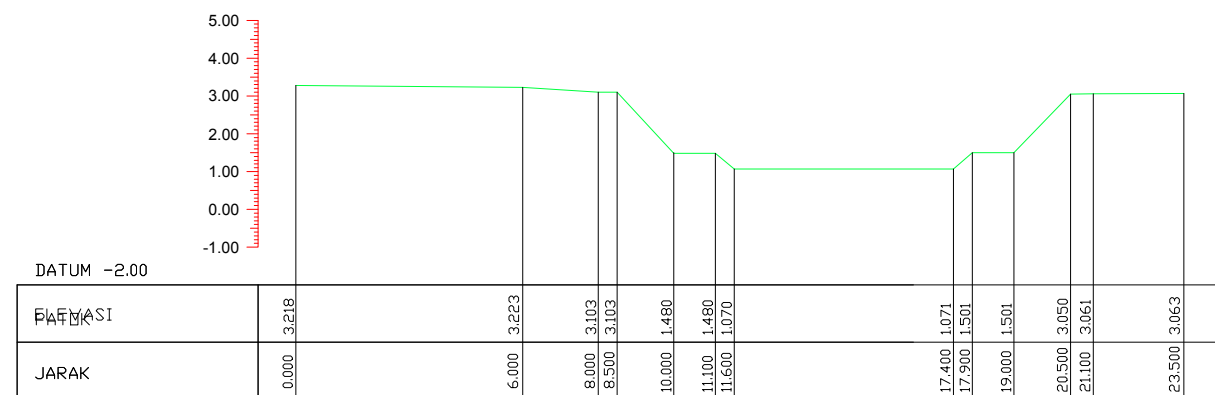
SCALE SKALA

NOMOR GAMBAR JUMLAH GAMBAR  
 DRAWING NUMBER TOTAL DRAWING

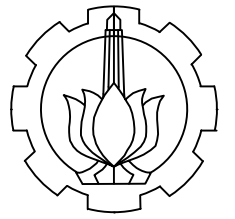
**10 15**



**SMO**  
**01272** POTONGAN MELINTANG



**SMO**  
**01372** POTONGAN MELINTANG



— SALURAN EKSTING

SUBJECT MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
FINAL PROJECT

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP)  
UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM  
DRAINASE BOEZEM BRATANG, SALURAN KALI  
SUMO-BRATANG, KOTA SURABAYA

OPERATION AND MAINTENANCE ANALYSIS  
TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF THE DRAINAGE  
SYSTEM IN THE BOEZEM BRATANG KALI SUMO-BRATANG  
CHANNELS, SURABAYA CITY

SUPERVISOR 1 DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.**  
NIP. 19600517 198903 1 002

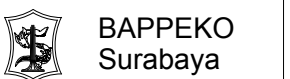
NAME NAMA

**Bayu Putra Pratama**  
1011181500060

DRAWING TITLE JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG SALURAN  
KALI SUMO  
CROSS SECTION KALI SUMO CHANNEL

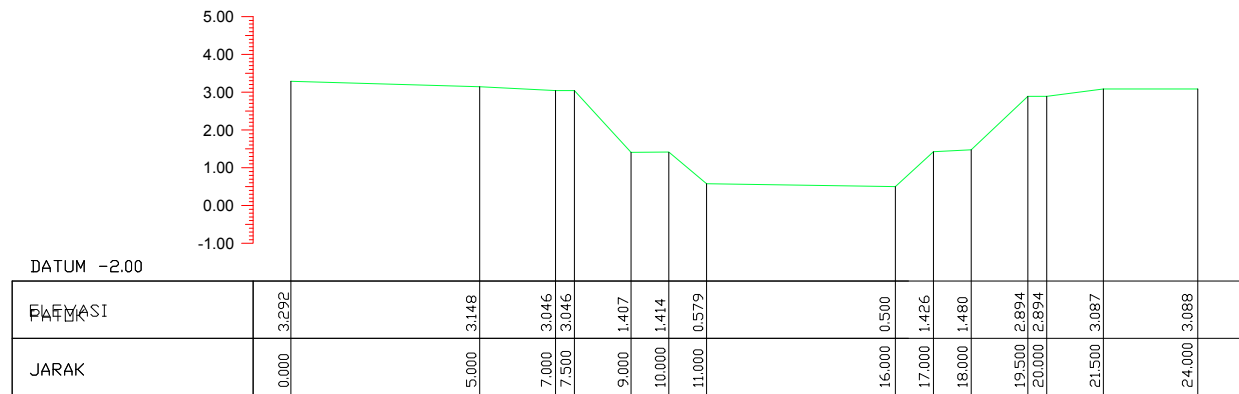
DRAWING SOURCE SUMBER GAMBAR



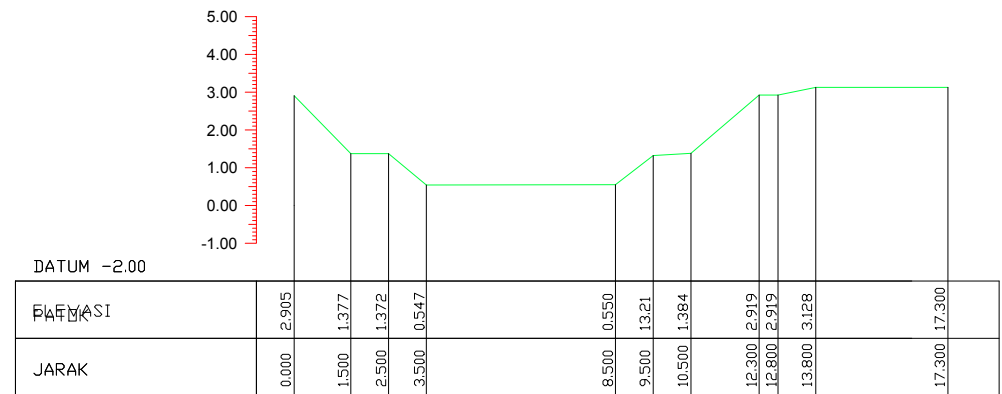
SCALE SKALA

NOMOR GAMBAR JUMLAH GAMBAR  
DRAWING NUMBER TOTAL DRAWING

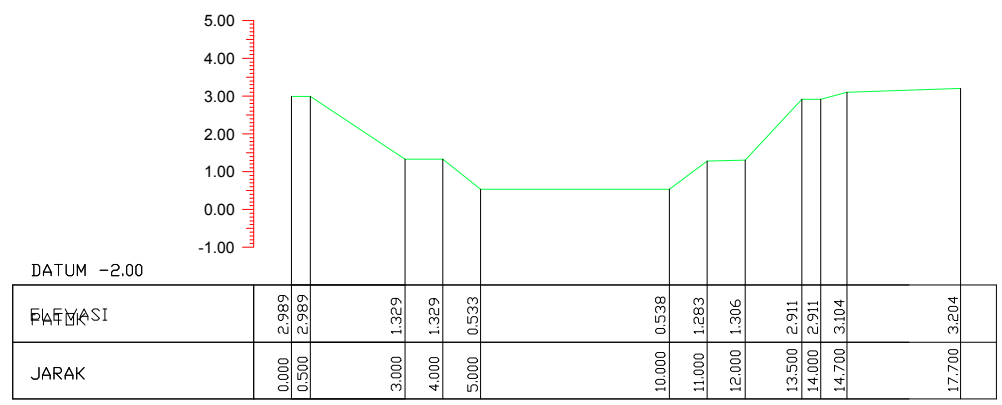
11 15



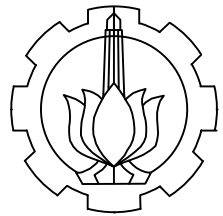
**SMO 01572** POTONGAN MELINTANG



**SMO 01681** POTONGAN MELINTANG



**SMO 01772** POTONGAN MELINTANG



PROGRAM SARJANA TERAPAN  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NOTES CATATAN

- EKSISTING
- RENCANA

SUBJECT MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
 FINAL PROJECT

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP)  
 UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM  
 DRAINASE BOEZEM BRATANG, SALURAN KALI  
 SUMO-BRATANG, KOTA SURABAYA

OPERATION AND MAINTENANCE ANALYSIS (OP)  
 TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF THE DRAINAGE  
 SYSTEM IN BRATANG BOEZEM SALURAN KALI  
 SUMO-BRATANG, SURABAYA CITY

SUPERVISOR 1 DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud, M.M.T.  
 NIP. 19600517 198903 1 002

NAME NAMA

Bayu Putra Pratama  
 1011181500060

DRAWING TITLE JUDUL GAMBAR

DENAH DAN POTONGAN  
 MEMANJANG BOEZEM BRATANG  
 LAYOUT AND LONG SECTION BRATANG  
 BOEZEM

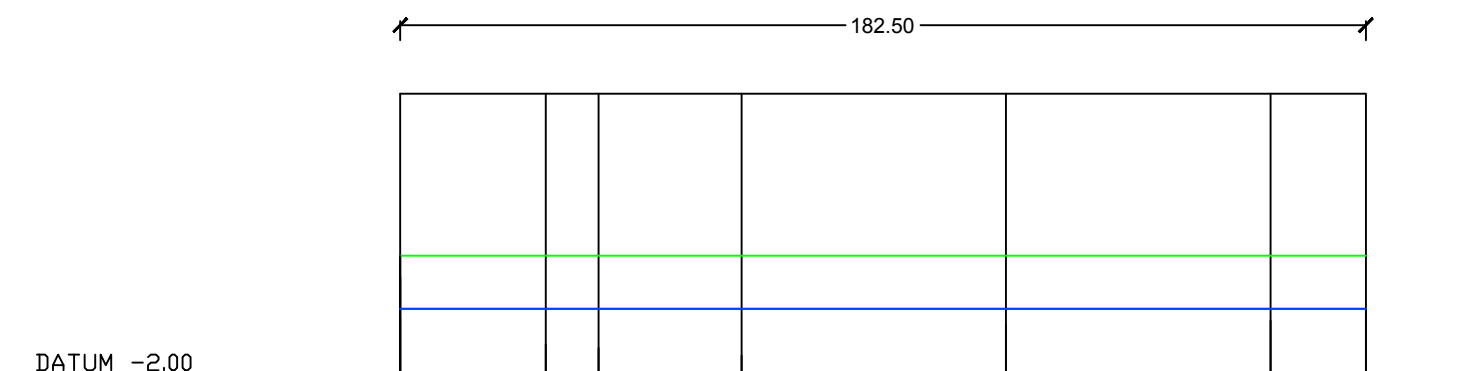
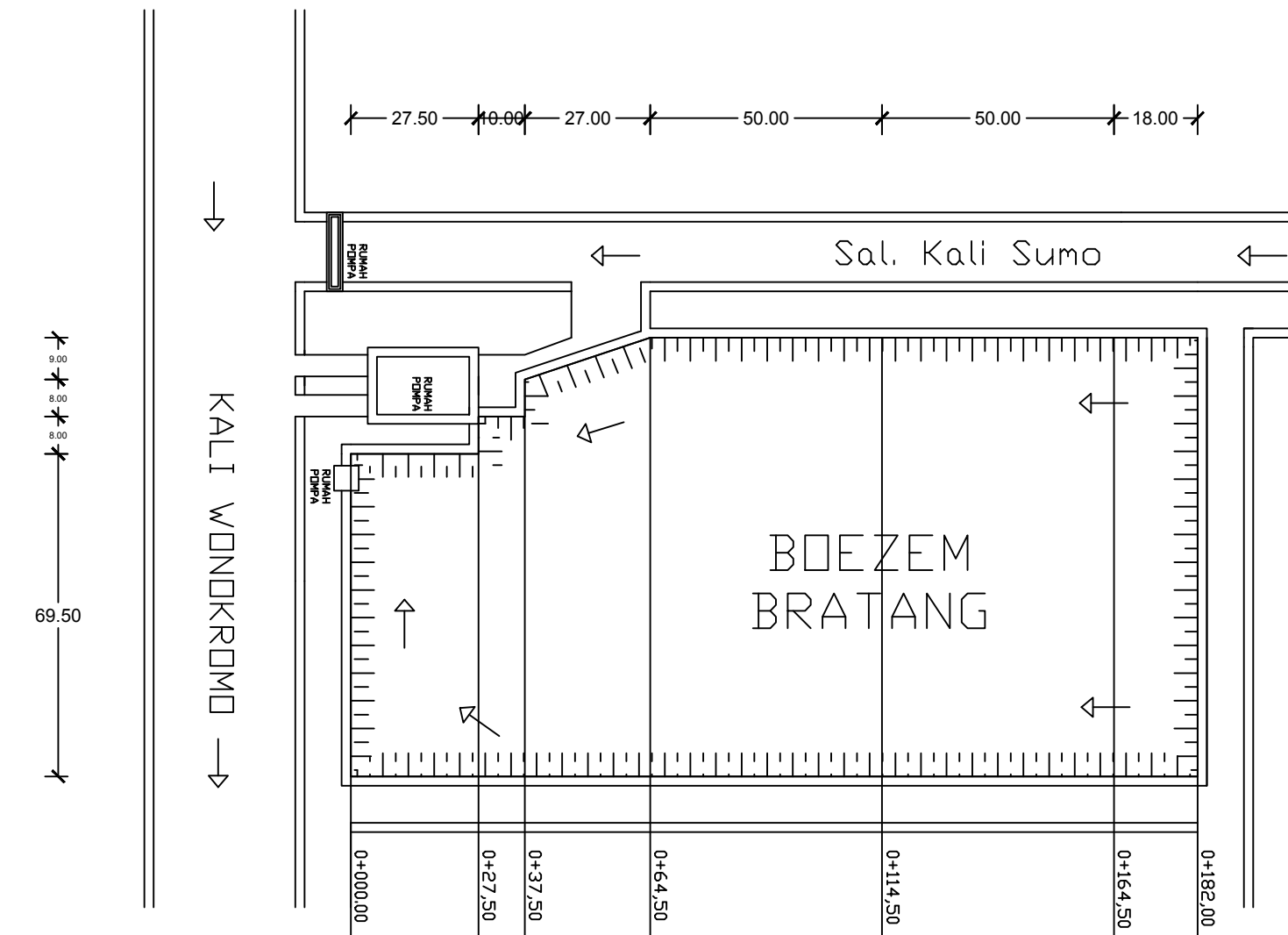
DRAWING SOURCE SUMBER GAMBAR

SCALE SKALA

NOMOR GAMBAR JUMLAH GAMBAR

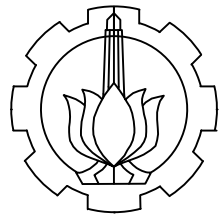
DRAWING NUMBER TOTAL DRAWING

12 15



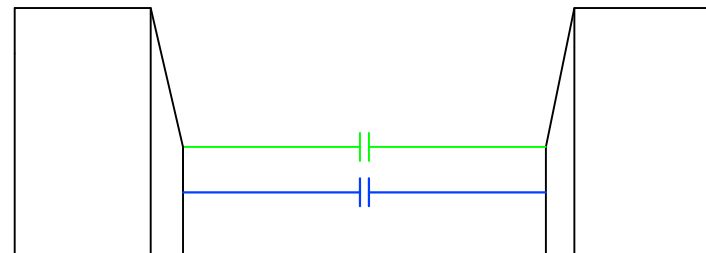
STA	0+000.00	0+27.50	0+37.50	0+64.50	0+114.50	0+164.50	0+182.00
JARAK		27.50	10.00	27.00	50.00	50.00	18.00
ELEVASI TANGGUL KANAN	3.473	3.473	3.473	3.473	3.473	3.473	3.473
ELEVASI TANGGUL KIRI	3.473	3.473	3.473	3.473	3.473	3.473	3.473
ELEVASI DASAR BOEZEM	0.410	0.410	0.410	0.410	0.410	0.410	0.410
ELEVASI DASAR BOEZEM RENCANA	-0.590	-0.590	-0.590	-0.590	-0.590	-0.590	-0.590

DATUM -2.00



- EKSISTING
- RENCANA

70.833

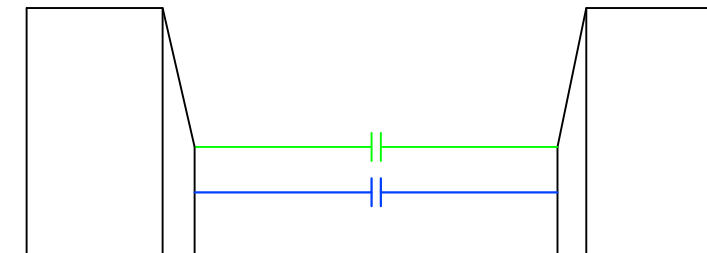


DATUM -2.00

PATOK	1	2	3	4	5	6
JARAK		3.000	0.710	69.500	0.623	3.000
ELEVASI	3.473	3.473	0.410	0.410	3.473	3.473
ELEVASI RENCANA	3.473	3.473	-0.590	-0.590	3.473	3.473

STA 0+000.00

86.833

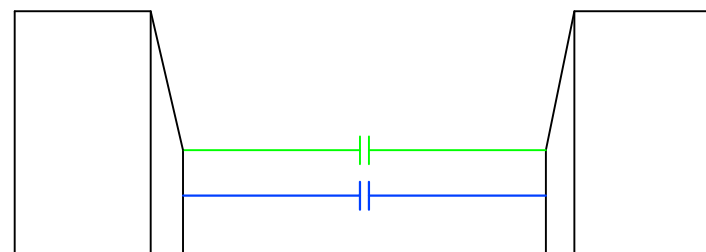


DATUM -2.00

PATOK	1	2	3	4	5	6
JARAK		3.000	0.710	85.500	0.623	3.000
ELEVASI	3.473	3.473	0.410	0.410	3.473	3.473
ELEVASI RENCANA	3.473	3.473	-0.590	-0.590	3.473	3.473

STA 0+037.50

78.833

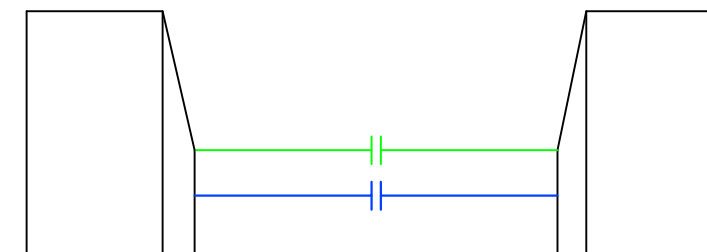


DATUM -2.00

PATOK	1	2	3	4	5	6
JARAK		3.000	0.710	77.500	0.623	3.000
ELEVASI	3.473	3.473	0.410	0.410	3.473	3.473
ELEVASI RENCANA	3.473	3.473	-0.590	-0.590	3.473	3.473

STA 0+027.50

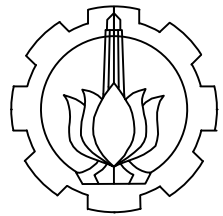
95.833



DATUM -2.00

PATOK	1	2	3	4	5	6
JARAK		3.000	0.710	94.500	0.623	3.000
ELEVASI	3.473	3.473	0.410	0.410	3.473	3.473
ELEVASI RENCANA	3.473	3.473	-0.590	-0.590	3.473	3.473

STA 0+064.50



PROGRAM SARJANA TERAPAN  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

NOTES CATATAN

- EKSISTING
- RENCANA

SUBJECT MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN  
 FINAL PROJECT

JUDUL TUGAS AKHIR

ANALISIS OPERASI DAN PEMELIHARAAN (OP)  
 UNTUK MENINGKATKAN KINERJA SISTEM  
 DRAINASE BOEZEM BRATANG, SALURAN KALI  
 SUMO-BRATANG, KOTA SURABAYA

OPERATION AND MAINTENANCE ANALYSIS (OP)  
 TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF THE DRAINAGE  
 SYSTEM IN BRATANG BOEZEM SALURAN KALI  
 SUMO-BRATANG, SURABAYA CITY

SUPERVISOR 1 DOSEN PEMBIMBING 1

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.  
 NIP. 19600517 198903 1 002

NAME NAMA

Bayu Putra Pratama  
 1011181500060

DRAWING TITLE JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG BOEZEM  
 BRATANG  
 CROSS SECTION BRATANG BOEZEM

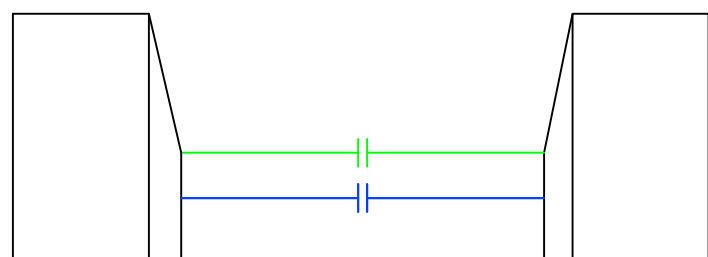
DRAWING SOURCE SUMBER GAMBAR

SCALE SKALA

NOMOR GAMBAR JUMLAH GAMBAR  
 DRAWING NUMBER TOTAL DRAWING

14 15

95.833

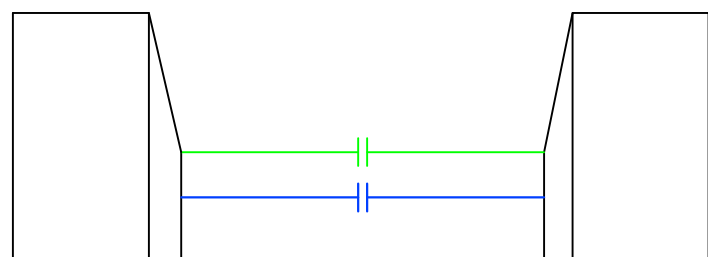


DATUM -2.00

PATOK	1	2	3	4	5	6
JARAK		3.000	0.710	94.500	0.623	3.000
ELEVASI	3.473	3.473	3.473	0.410	3.473	3.473
ELEVASI RENCANA	3.473	3.473	-0.590	-0.590	3.473	3.473

STA 0+114.50

95.833

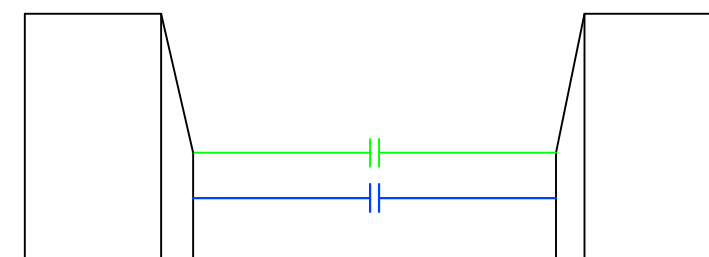


DATUM -2.00

PATOK	1	2	3	4	5	6
JARAK		3.000	0.710	94.500	0.623	3.000
ELEVASI	3.473	3.473	3.473	0.410	3.473	3.473
ELEVASI RENCANA	3.473	3.473	-0.590	-0.590	3.473	3.473

STA 0+164.50

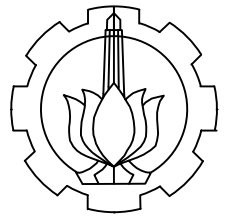
95.833



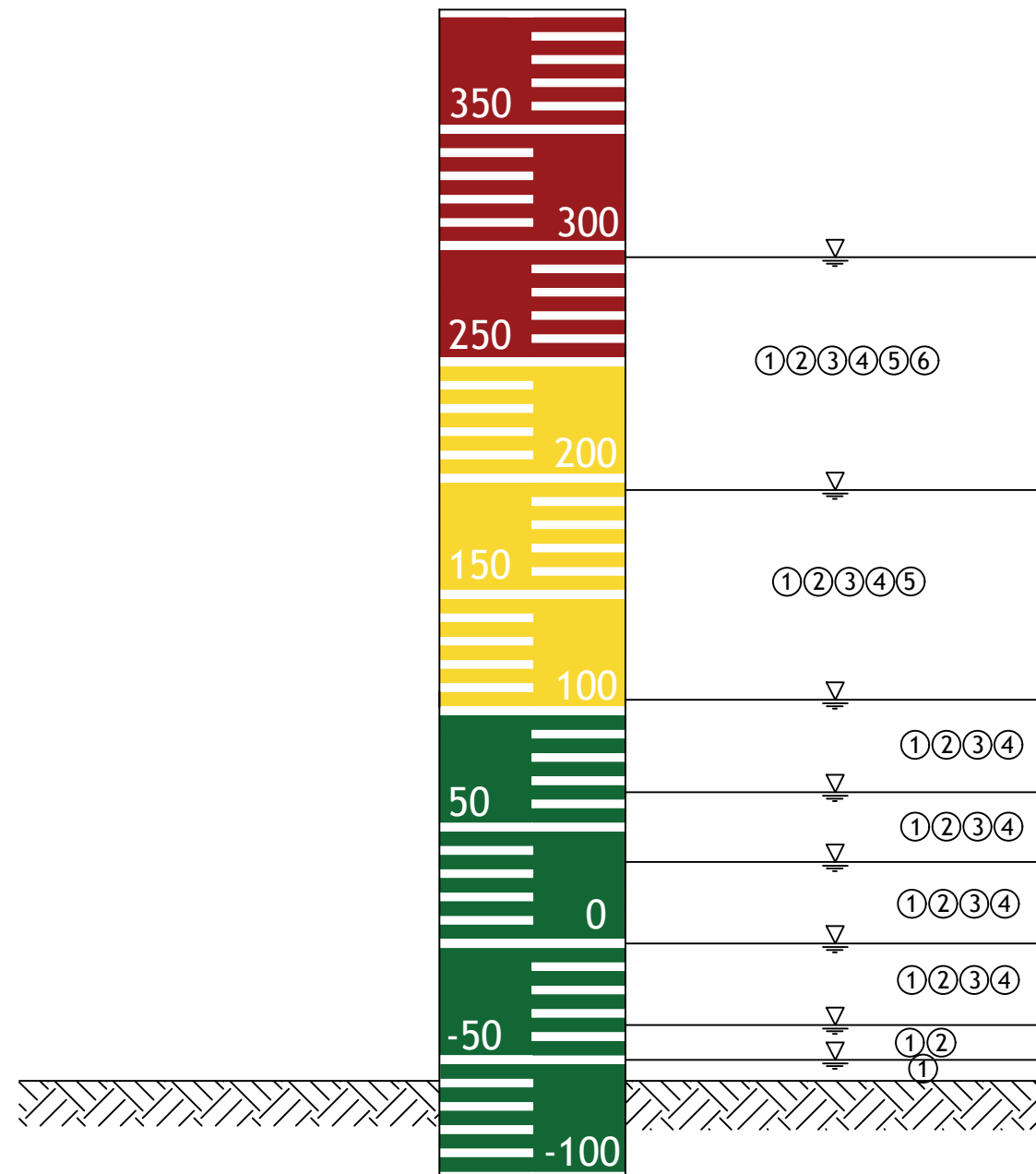
DATUM -2.00

PATOK	1	2	3	4	5	6
JARAK		3.000	0.710	94.500	0.623	3.000
ELEVASI	3.473	3.473	3.473	0.410	3.473	3.473
ELEVASI RENCANA	3.473	3.473	-0.590	-0.590	3.473	3.473

STA 0+182.50



- ①②③  
④⑤⑥ POMPA
- ▽ MUKA AIR
- ▨ DASAR BOEZEM



MUKA AIR YANG DIPERTAHANAKAN

Muka Air (m)	Pompa Aktif	Keterangan
EL. -0,5	1	Aman
EL. -0,35	1,2	Aman
EL. 0,00	1,2,3,4	Aman
EL. 1,05	1,2,3,4	Siaga
EL. 1,95	1,2,3,4,5	Waspada
EL. 2,59	1,2,3,4,5,6	Waspada

ACUAN PENGOPERASIAN POMPA BANJIR  
BRATANG