



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 180609

PENGENDALIAN RAWA SOGO SEBAGI UPAYA PENANGGULANGAN BANJIR KALI KONANG, BABAT, LAMONGAN

Gita Chesar Simatupang
1011140000119

Muhammad Ridwan
1011140000136

DOSEN PEMBIMBING:
Dr. Ir. Suharjoko, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER



TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 180609

PENGENDALIAN RAWA SOGO SEBAGI UPAYA PENANGGULANGAN BANJIR KALI KONANG, BABAT, LAMONGAN

Gita Chesar Simatupang
1011140000119

Muhammad Ridwan
1011140000136

DOSEN PEMBIMBING:
Dr. Ir. Suharjoko, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

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



FINAL PROJECT - VC 180609

SWAMP CONTROL SOGO AS AN EFFORT TO OVERCOME THE KONANG RIVER, BABAT, LAMONGAN FLOOD

Gita Chesar Simatupang
1011140000119

Muhammad Ridwan
1011140000136

COUNSELLOR LECTUER:
Dr. Ir. Suharjoko, MT.
NIP. 19560119 198403 1 001

**DIPLOMA III STUDY PROGRAM OF CIVIL ENGINEERING
CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING DEPARTEMENT
FAKULTY OF VOCATIONS
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2019**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGENDALIAN RAWA SOGO SEBAGI UPAYA PENANGGULANGAN BANJIR KALI KONANG, BABAT, LAMONGAN

TUGAS AKHIR TERAPAN

Di Ajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya

Pada

Program Studi Diploma Tiga Teknik Sipil
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Disusun Oleh:

Mahasiswa 1

Mahasiswa 2



Gita Chesar Simatupang

NRP.10111400000119



Muhammad Ridwan

NRP.10111400000136

Di setujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :



Dr. Ir. Suharjo, MT.

NIP. 19560119 198403 1 001

30 JUL 2019



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
 PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNOLOGI SIPIL
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI ITS

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

Tanggal :
1-7-2019

| | | | |
|----------------------------------|---|---------------------|-----------------------|
| Judul Tugas Akhir Terapan | Pengendalian Rawa Sogo Sebagai Upaya Penanggulangan Banjir Kali Konang, Babat, Lamongan | | |
| Nama Mahasiswa 1 | Gita Chesar Simatupang | NRP | 10111400000119 |
| Nama Mahasiswa 2 | Muhammad Ridwan | NRP | 10111400000136 |
| Dosen Pembimbing 1 | Dr. Ir. Suharjo, M.T. NIP 19560119 198403 1 001 | Tanda tangan | |
| Dosen Pembimbing 2 | - NIP - | Tanda tangan | - |

| URAIAN REVISI | Dosen Penguji |
|--|--|
| <p>1. Check kapasitas Kali Konang, kalau hanya mengatasi operasi ya pintu Rawa Sogo yg ke K. Konang?</p> <p>2. Check masalah Resonansi & menghitung debit banjir di Unit hidrologis.</p> | <p></p> <p>Ir. Ismail Sa'ud, M.MT. NIP 19600517 198903 1 002</p> |
| <p>1. Analisis nilai koefisien blm dibahas</p> <p>2. Cek Elevasi saluran dan rencana Normalisasi.</p> <p>3. Kesimpulan dan daftar pustaka.</p> | <p></p> <p>S. Kamilia Aziz, S.T., M.T. NIP 19771231 200604 2 001</p> |
| <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> | <p>-</p> <p>NIP -</p> |
| <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> | <p>-</p> <p>NIP -</p> |

| PERSETUJUAN HASIL REVISI | | | |
|--|--|-----------------|-----------------|
| Dosen Penguji 1 | Dosen Penguji 2 | Dosen Penguji 3 | Dosen Penguji 4 |
| | | - | - |
| Ir. Ismail Sa'ud, M.MT. NIP 19600517 198903 1 002 | S. Kamilia Aziz, S.T., M.T. NIP 19771231 200604 2 001 | NIP - | NIP - |

| | | |
|--|--|---------------------------|
| Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjiwaan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan | Dosen Pembimbing 1 | Dosen Pembimbing 2 |
| | | |
| | Dr. Ir. Suharjo, M.T. NIP 19560119 198403 1 001 | - NIP - |



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Gha Chesar Simatopang 2 Muhammad Ridwan
NRP : 1 10111 400000 119 2 10211 900000 13E
Judul Tugas Akhir : Upaya pemanfaatan Rawa Sogo sebagai pengendali banjir Kali Konang, Bebat, Lamongan
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Scharjoko, MT

| No | Tanggal | Tugas / Materi yang dibahas | Tanda tangan | Keterangan | | |
|----|---------------|--|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 27 Maret 2019 | ~ Mencari Kontor daerah Sungai Konang | | | | |
| | | ~ Mencari Data topografi Lokasi DAS | | B | C | K |
| | | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 | 16 April 2019 | ~ Menentukan DAS Rawa Sogo | | | | |
| | | ~ Mencari Lokasi DAS | | B | C | K |
| | | ~ Mencari Debit rencana | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 | 17 Mei 2019 | ~ Mencari Debit Kali Konang | | | | |
| | | ~ Menentukan Catchment Area | | B | C | K |
| | | ~ Skema Jaringan | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 | 20 Mei 2019 | ~ Mencari hidrograf Kali Konang | | | | |
| | | ~ ——— Rawa Sogo | | B | C | K |
| | | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5 | 30 Mei 2019 | ~ Membandingkan hidrograf rencana | | | | |
| | | ~ ——— Debit JAM | | B | C | K |
| | | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6 | 10 Juni 2019 | ~ Merencanakan/menganalisis tampungan selatam di sogo | | | | |
| | | | | <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 Gita Chesar Simakpang 2 Muhammad Ridwan
NRP : 1 1011140000119 2 1011140000136
Judul Tugas Akhir : Upaya Pemanfaatan Rawa Soga
 Sebagai Pengendali Banjir Kali Konang
 Babat, Lamongan
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Scharjoko - MT

| No | Tanggal | Tugas / Materi yang dibahas | Tanda tangan | Keterangan | | |
|----|--------------|--|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 7 | 12 Juni 2019 | ~ Membuat/mencari elevasi Air untuk menentukan debit di saluran | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8 | 13 Juni 2019 | ~ Analisis kapasitas saluran terhadap debit banjir ~ Mencari lengkung kapasitas saluran | | <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"/> |
| | | | | <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

**PENGENDALIAN RAWA SOGO SEBAGI UPAYA
PENANGGULANGAN BANJIR KALI KONANG,
BABAT, LAMONGAN**

Nama Mahasiswa I : Gita Chesar Simatupang
NRP : 10111400000119
Nama Mahasiswa II : Muhammad Ridwan
NRP : 10111400000136
**Jurusan : Departemen Teknik Infrastruktur
Sipil FV ITS**
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Suharjoko, MT.

ABSTRAK

Saluran Kali Konang yang terdapat pada di wilayah Kecamatan Babat merupakan saluran yang menampung debit banjir dari Kelurahan Babat dan Rawa Sogo yang akan mengarah ke sistem tampungan Rawa Semando. Saluran Kali Konang sering tergenang banjir. Tinggi genangan pada saluran Kali Konang mencapai 20 cm. Berdasarkan hasil analisis hidrologi dan hidrolika banjir di Kali Konang terjadi akibat beberapa bagian di Kali Konang tidak dapat menampung debit banjir yang terjadi. Oleh sebab itu perlu dikaji bagaimana pengendalian banjir yang paling efektif untuk menangani banjir di saluran Kali Konang.

Analisis yang dilakukan pada Tugas Akhir ini meliputi analisis hidrologi, analisis hidrolika, dan analisis kapasitas tampungan. Analisis Hidrologi memperhitungkan curah hujan rencana dengan distribusi Log Person Type III periode ulang dua

dan lima tahun, serta perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode Rasional untuk mengetahui debit banjir rencana tiap saluran dan menggunakan HSS Nakayassu untuk mengetahui debit jam-jaman untuk pengendalian Rawa Sogo. Untuk perhitungan analisis hidrolika dilakukan untuk mengetahui kapasitas eksisting penampang saluran.

Berdasarkan hasil dari analisa hidrologi didapatkan curah hujan harian rencana periode ulang 2, 5 & 10 tahun sebesar 99,29, 114,80 & 123,43 mm yang akan digunakan untuk menghitung debit rencana metode rasional. Untuk mengevaluasi saluran terlebih dulu dilakukan perhitungan kapasitas saluran dengan dimensi existing yang ada di lokasi studi. Dari hasil evaluasi saluran didapatkan bahwa bagian saluran tersier dan sekunder Kali Konang meluber yaitu saluran tersier Gotong Royong dan saluran Kali Konang ruas 7 & 8. Pengendalian banjir yang dilakukan pada Tugas Akhir ini adalah dengan menormalisasi saluran. Namun pada saluran Kali Konang ruas 7 tidak dapat dilakukan normalisasi karena lokasi saluran yang berdempetan dengan tanggul Rawa Sogo dan Pemukiman Warga. Oleh sebab itu pengendalian banjir alternative yang kami lakukan pada saluran tersebut adalah dengan cara mengalirkan debir banjir yang mengarah ke saluran tersebut menuju ke Rawa Sogo.

Kata kunci: Pengendalian, Rawa, Kali Konang, Rawa Sogo, Banjir, Pintu Air

**SWAMP CONTROL SOGO AS AN EFFORT TO
OVERCOME THE KONANG RIVER, BABAT,
LAMONGAN FLOOD**

Student Name : Gita Chesar Simatupang

NRP : 10111400000119

Student Name : Muhammad Ridwan

NRP : 10111400000136

Departement : diploma III Program of Civil Engineering

Supervisor : Dr. Ir. Suharjoko, MT.

ABSTRACT

The Konang River Channel in the Babat Subdistrict is a channel that accommodates flood discharge from Babat and Rawa Sogo Villages that will lead to the Semando Rawa reservoir system. The Konang River is often flooded. The inundation height in the Konang River channel reaches 20 cm. Based on the results of hydrological analysis and hydraulics, the flooding in the Konang River occurs due to some parts of the Konang River which cannot accommodate the flood discharge that occurs. Therefore it is necessary to study how the most effective flood control to deal with flooding in the Konang River channel.

The analysis carried out in this Final Project includes hydrological analysis, hydraulic analysis, and analysis of storage capacity. Hydrological analysis takes into account rainfall plans with a two- and five-year log Person Type III distribution, and planned flood discharge calculations using the Rational method to determine the planned flood discharge for each channel and use Nakayassu HSS to determine hourly discharge for Rawa Sogo

control. For the calculation of hydraulic analysis is done to determine the existing capacity of the cross section of the channel

Based on the results of the hydrological analysis, the daily rainfall plans for the 2, 5 & 10 year return periods were 99.29, 114.80 & 123.43 mm which would be used to calculate the debit plan rational method. To evaluate the channel, the channel capacity is calculated with the existing dimensions in the study location. From the results of the channel evaluation, it was found that the tertiary and secondary sections of the overflowing Konang River, namely the Gotong Royong tertiary channel and the Konang Kali channel sections 7 & 8. Flood control carried out in this Final Project is to normalize the channel. However, on the Konang Kali 7 channel, normalization cannot be carried out due to the location of the ducts which are adjacent to the Rawa Sogo embankment and Citizen Settlement. Therefore the alternative flood control that we did on the channel was by flowing the flood debris that led to the channel leading to Sogo Swamp.

Key Word: Control, Swamp, Konang River, Rawa Sogo, Flood, Water Gate

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa karena dengan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya lah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik dan tepat pada waktunya. Dalam tugas akhir ini membahas tentang “*Pengendalian Rawa Sogo Sebagai Upaya Penanggulangan Banjir Kali Konang, Babat, Lamongan*”. Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi syarat akhir Program Studi Diploma III Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang sudah membantu dalam penyusunan proposal tugas akhir ini, diantaranya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Suharjoko, MT., selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis yang senantiasa membimbing penulis dalam proses pengerjaan proposal tugas akhir.
2. Bapak Dr. Machsus, ST. MT., selaku ketua Jurusan Program Studi Diploma III Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
3. Bapak Ir.Imam Prayogo, M.MT. dan Ir. Sulchan Arifin, M.Eng. Selaku dosen wali. Serta,
4. Bapak dan ibu serta orang-orang yang sudah mendukung dan mendoakan atas kelancaran pengerjaan tugas akhir ini

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari pihak jika terdapat kesalahan dan kekurangan dengan itu, kritik dan saran yang membangun akan selalu penulis terima demi kesempurnaan tugas akhir penulis kedepan

Surabaya, Juni 2019

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| LEMBAR PENGESAHAN..... | v |
| ABSTRAK | xiii |
| KATA PENGANTAR..... | xvii |
| DAFTAR ISI..... | xix |
| DAFTAR GAMBAR | xxvii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Permasalahan..... | 2 |
| 1.3. Tujuan..... | 2 |
| 1.4. Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.5. Manfaat..... | 3 |
| 1.6. Lokasi | 3 |
| BAB II TINJUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1. Kondisi Eksisting | 5 |
| 2.1.1. Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) | 5 |
| 2.1.2. Saluran Kali Konang | 6 |
| 2.1.3. Rawa Sogo..... | 7 |
| 2.1.4. Curah Hujan | 8 |
| 2.2. Upaya Yang Telah Dilakukan | 9 |
| 2.2.1. Pembersihan Saluran | 9 |
| 2.2.2. Pompa Mobile | 9 |

| | |
|--|-----|
| BAB III METODELOGI DAN LANDASAN TEORI | 11 |
| 3.1. Metodelogi..... | 11 |
| 3.2. Bagan Alir Metodelogi..... | 12 |
| 3.3. Dasar Teori | 14 |
| 3.3.1. Drainase..... | 14 |
| 3.3.2. Analisis Hidrologi | 14 |
| 3.3.3. Analisis Hidrolika..... | 38 |
| BAB IV ANALISIS DAN PERHITUNGAN | 47 |
| 4.1. Analisis Banjir Rencana | 47 |
| 4.1.1. Data tinggi hujan rata rata | 47 |
| 4.1.2. Perhitungan parameter stastistik | 49 |
| 4.1.3. Uji distribusi frekuensi | 52 |
| 4.1.4. Perhitungan hujan rencana..... | 61 |
| 4.1.5. Analisis waktu kosentrasi | 62 |
| 4.1.6. Perhitungan intensitas curah hujan (I) | 68 |
| 4.1.7. Perhitungan Debit Rencana (Metode Rasional) . | 70 |
| 4.1.8. Distribusi Curah Hujan Rencana Efektif | 72 |
| 4.1.9. Perhitungan Debit Rencana (Metode HSS Nakayassu) | 75 |
| 4.1.10. Analisis Kapasitas Tampungan Rawa Sogo | 99 |
| 4.1.11. <i>Inflow</i> Dan <i>Outflow</i> Rawa Sogo | 102 |
| 4.2. Analisis Kapasitas Tampung Saluran (Full Bank Capacity) | 106 |
| 4.2.1. Perhitungan Fullbank Capacity Saluran Tersier | 107 |
| 4.2.2. Perhitungan Fullbank Capacity Saluran Sekunder | 108 |

| | | |
|----------------------------------|--|-----|
| 4.3. | Pengendalian Banjir | 111 |
| 4.3.1. | Normalisasi Saluran Gotong Royong | 111 |
| 4.3.2. | Analisis <i>Inflow</i> Dan <i>Outflow</i> Rawa Sogo, Jika Debit Bujur Kali Konang Mengalir Ke Rawa | 114 |
| 4.3.3. | Analisis <i>Inflow</i> Dan <i>Outflow</i> Rawa Sogo, Jika Saluran Di Perlebar Menjadi 5 Meter | 118 |
| 4.4. | Pintu Air | 124 |
| 4.4.1. | Perencanaan Pintu Air Rawa Sogo | 124 |
| 4.4.2. | Perencanaan Pintu Air Kali Konang 1 | 126 |
| 4.4.3. | Perencanaan Pintu Air Kali Konang 2 | 129 |
| 4.4.4. | Pengoprasian Pintu Air | 131 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | | 135 |
| 5.1. | Kesimpulan | 135 |
| 5.2. | Saran | 136 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 137 |
| LAMPIRAN | | 143 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 3. 1Parameter yang digunakan untuk menentukan cara yang tepat untuk mencari tinggi hujan rata-rata..... | 16 |
| Tabel 3. 2Parameter statistik yang menentukan distribusi | 20 |
| Tabel 3. 3Reduced Mean (Y_n) | 22 |
| Tabel 3. 4 Reduced standard deviation (S_n)..... | 23 |
| Tabel 3. 5 Nilai distribusi Log Pearson K III | 25 |
| Tabel 3. 6Variabel Reduksi Gauss | 27 |
| Tabel 3. 7Nilai Chi-Kuadrat..... | 28 |
| Tabel 3. 8 Nilai D_0 untuk uji kecocokan smirnov-kolmogorov.. | 29 |
| Tabel 3. 9Kefisien Pengaliran | 31 |
| Tabel 3. 10 Kecepatan aliran rata-rata untuk saluran alam | 34 |
| Tabel 3. 11Koefisien Penyebaran Hujan (β) | 35 |
| Tabel 4. 1 Parameter Yang Digunakan Untuk Menentukan Cara Yang Tepat Untuk Mencari Tinggi Hujan Rata-Rata | 47 |
| Tabel 4. 2 Data Curah Hujan Harian Maks Stasiun Hujan Babat | 48 |
| Tabel 4. 3 Perhitungan Parameter Statistik | 50 |
| Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Awal Parameter Statistik | 52 |
| Tabel 4. 5 Perhitungan Parameter Metode Distribusi Log Pearson III..... | 53 |
| Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan K, Log R Distribusi Log Pearson III | 55 |
| Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Pada Distribusi Log Pearson III | 56 |
| Tabel 4. 8 Perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum | 62 |
| Tabel 4. 9 Perhitungan T_f Tersier | 64 |
| Tabel 4. 10 Perhitungan T_f Sekunder | 64 |
| Tabel 4. 11 Perhitungan T_c pada Tersier Lahan A | 65 |
| Tabel 4. 12 Perhitungan T_c pada Tersier Lahan B..... | 66 |
| Tabel 4. 13 Perhitungan T_c pada Tersier Lahan C..... | 66 |
| Tabel 4. 14 Perhitungan T_c pada Tersier Lahan D | 66 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 4. 15 Perhitungan T_c pada Tersier Lahan E | 66 |
| Tabel 4. 16 Perhitungan T_c pada Tersier Lahan F | 66 |
| Tabel 4. 17 Perhitungan T_c Maksimum | 67 |
| Tabel 4. 18 perhitungan curah hujan | 69 |
| Tabel 4. 19 Debit Banjir Rencana | 71 |
| Tabel 4. 20 Rata-Rata Hujan Harian Sampai Jam Ke-T..... | 73 |
| Tabel 4. 21 Rata-rata Hujan Pada Jam Ke-t | 73 |
| Tabel 4. 22 Tinggi Curah Hujan Efektif..... | 74 |
| Tabel 4. 23 Distribusi Curah Hujan Rencana Efektif Jam-jaman | 75 |
| Tabel 4. 24 Waktu Lengkung Hidrograf Nakayassu | 77 |
| Tabel 4. 25 Persamaan Lengkung Hidrograf Nakayassu..... | 77 |
| Tabel 4. 26 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{d_0} | 77 |
| Tabel 4. 27 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{t_1} | 78 |
| Tabel 4. 28 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{t_2} | 78 |
| Tabel 4. 29 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{t_3} | 78 |
| Tabel 4. 30 Hidrograf Banjir periode ulang 10 tahun Kali Konang R 6..... | 80 |
| Tabel 4. 31 Waktu Lengkung Hidrograf Nakayassu | 83 |
| Tabel 4. 32 Persamaan Lengkung Hidrograf Nakayassu..... | 84 |
| Tabel 4. 33 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{d_0} | 84 |
| Tabel 4. 34 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{t_1} | 84 |
| Tabel 4. 35 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{t_2} | 84 |
| Tabel 4. 36 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{t_3} | 85 |
| Tabel 4. 37 hidrograf satuan Nakayassu..... | 86 |
| Tabel 4. 38 Perhitungan Hidrograf..... | 88 |
| Tabel 4. 39 Waktu Lengkung Hidrograf Nakayassu | 92 |
| Tabel 4. 40 Persamaan Lengkung Hidrograf Nakayassu..... | 93 |
| Tabel 4. 41 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{d_0} | 93 |
| Tabel 4. 42 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{t_1} | 93 |
| Tabel 4. 43 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{t_2} | 94 |
| Tabel 4. 44 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{t_3} | 94 |
| Tabel 4. 45 Hidrograf Banjir periode ulang 10 tahun rawa sogo | 96 |
| Tabel 4. 46 kapasitas tampungan efektif rawa sogo | 100 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 4. 47 Inflow dan Outflow Rawa Sogo..... | 103 |
| Tabel 4. 48 perhitungan fullbank capacity | 109 |
| Tabel 4. 49 ketinggian air tiap jam..... | 114 |
| Tabel 4. 50 Perhitungan volume Inflow dan Ourflow Rawa Sogo, Jika Debit Banjir Kali Konang Di alirkan Ke Rawa Sogo | 115 |
| Tabel 4. 51 ketinggian air tiap jam..... | 118 |
| Tabel 4. 52 Perhitungan volume Inflow dan Ourflow Rawa Sogo, Jika Debit Banjir Kali Konang Di alirkan Ke Rawa Sogo | 121 |
| Tabel 4. 53 pengoprasian Pintu Air..... | 132 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|-----|
| Gambar 1. 1 Rawa Sogo..... | 1 |
| Gambar 1. 2 Rawa Sogo..... | 3 |
| Gambar 2. 1.Peta Tofografi Babat..... | 5 |
| Gambar 2. 2 Saluran Kali Konang | 6 |
| Gambar 2. 3 Kondisi Saluran Kali Konang..... | 7 |
| Gambar 2. 4 Lokasi Rawa Sogo..... | 7 |
| Gambar 2. 5 Curah Hujan 25 Tahun | 8 |
| Gambar 2. 6 Pembersihan Saluran | 9 |
| Gambar 4. 1 titik kontrol saluran..... | 63 |
| Gambar 4. 2 hidrograf debit saluran..... | 90 |
| Gambar 4. 3 Hidrograf Debit Banjir Nakayasu Periode Ulang 10 Tahun..... | 98 |
| Gambar 4. 4 diagram lengkung kapasitas tampungan rawa sogo... | 101 |
| Gambar 4. 5 kurva massa inflow outflow rawa sogo | 105 |
| Gambar 4. 6 Kurva Massa Outflow Rawa Sogo | 105 |
| Gambar 4. 7 kurva massa inflow outflow rawa sogo | 117 |
| Gambar 4. 8. Debit outflow rawa sogo | 117 |
| Gambar 4. 9 kurva massa inflow outflow rawa sogo | 123 |
| Gambar 4. 10 Debit outflow rawa sogo | 123 |
| Gambar 4. 11 Pintu Air | 125 |
| Gambar 4. 12 Pintu Air | 127 |
| Gambar 4. 13 Pintu Air | 130 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Setiap tahun pada musim penghujan tinggi saluran kali konang selalu meluap dan mengakibatkan banjir di kelurahan babat. Banjir ini mempunyai lama genangan rata-rata > 2 jam dan tinggi genangan rata-rata hingga 20-40 cm dan luapan terjadi di saluran kali konang yang terdapat di kelurahan babat.

Menurut analisa, banjir kali konang terjadi karena faktor terhambatnya aliran air pada saluran kali konang akibat kapasitas saluran tidak dapat menampung debit banjir yang terjadi, ditambah lagi ada debit *Outflow* dari Rawa Sogo yang masuk ke saluran, karena sama-sama dialirkan melalui kali konang menuju ke Rawa Semando. Karena debit banjir dari Rawa Sogo yang tinggi membuat debit bajir dari kelurahan babat terhambat karena kapasitas saluran yang kurang.



Gambar 1. 1 Rawa Sogo

Dengan permasalahan banjir di atas, maka perlu dilakukan upaya untuk menemukan solusi dari permasalahan banjir di Kali Konang. Mencari solusi dengan memanfaatkan Rawa Sogo sebagai pengendali banjir

1.2. Permasalahan

Dengan penjelasan latar belakang masalah diatas maka dalam penulisan proposal Tugas Akhir ini terdapat permasalahan sebagai berikut :

1. Apa penyebab banjir di Kali Konang ?
2. Bagaimana kapasitas tampungan saluran Kali Konang?
3. Pengendalian banjir apa yang dilakukan?
4. Berapakah debit banjir Rawa Sogo setelah ditambah debit banjir dari Kali Konang?
5. Bagaimana upaya pengosongan storage Rawa Sogo saat terjadi hujan ekstrim

1.3. Tujuan

Adapun maksud dan tujuan dari penyusunan proposal Tugas Akhir adalah :

1. Mengetahui penyebab banjir di Kali Konang
2. Mengetahui kapasitas tampungan saluran Kali Konang
3. Melakukan pengendalian banjir yang dapat dilakukan
4. Mengetahui debit banjir Rawa Sogo jika ditambah debit banjir kali konang
5. Mengetahui upaya pengosongan storage Rawa Sogo saat terjadi hujan ekstrim

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah dalam pengerjaan Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

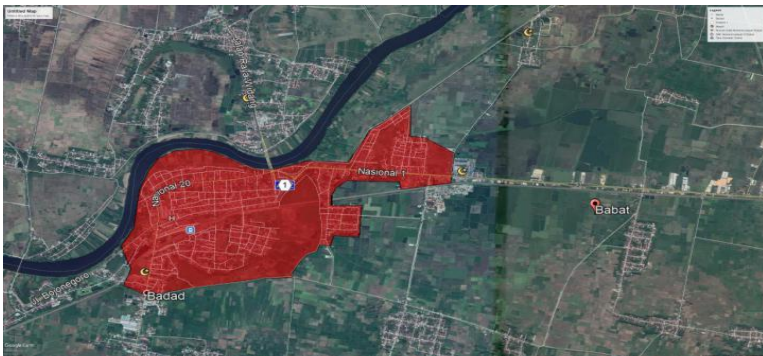
1. Perhitungan debit banjir rencana berdasarkan periode ulang yang telah ditentukan
2. Analisis yang akan dilakukan hanya mencakup analisis hidrologi dan hidraulika.
3. Debit limbah cair rumah tangga pemukiman tidak diperhitungkan .
4. Perhitungan kebutuhan air tidak dibahas

1.5. Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penyusunan Tugas Akhir ini antara lain, dapat mengetahui cara yang dapat diterapkan guna mengatasi banjir yang terjadi di kali konang. Dijadikan masukan bagi instansi terkait dan diharapkan juga penelitian ini dapat menambah wawasan

1.6. Lokasi

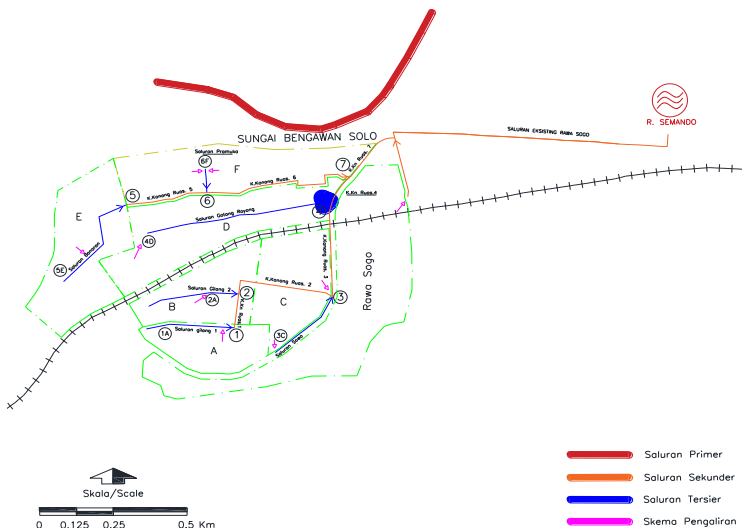
Lokasi study ini berada di wilayah Babat, Kab. Lamongan, Tepatnya di kelurahan babat.



Gambar 1. 2 Rawa Sogo

2.1.2. Saluran Kali Konang

Saluran kali konang merupakan saluran drainase satu-satunya yang ada di kelurahan babat. Perannya sangat vital di kelurahan babat, yaitu untuk membuang air dari kelurahan babat menuju rawa semando. Panjang Saluran Kali Konang adalah 4.2 Km, dengan lebar saluran 3,5 meter dan kedalam saluran 1 meter. Oleh karena itu jika terjadi permasalahan pada saluran maka otomatis wilayah kelurahan babat akan tergenang, hal ini diperparah dengan sampah yang sering menumpuk di saluran serta sedimen.



Gambar 2. 2 Saluran Kali Konang



Gambar 2. 3 Kondisi Saluran Kali Konang

2.1.3. Rawa Sogo

Rawa Sogo merupakan salah satu dari dua rawa besar yang selama ini berfungsi untuk menampung air dari wilayah selatan yang melewati Kecamatan Babat. Luas Rawa Sogo adalah kurang lebih 78 Hektar dengan kedalaman 1,7 meter dan pada musim kemarau rawa sogo berfungsi menyediakan air baku untuk 222 Hektare Sawah. (*Sumber: Data Waduk & Rawa Kab. Lamongan*)



Gambar 2. 4 Lokasi Rawa Sogo

2.1.4. Curah Hujan

Data yang digunakan merupakan data skunder yang di dapat dari dinas pekerjaan umum sumber daya air PU PSDA Kabupaten Lamongan mengenai data curah hujan perbulan di kecamatan Babat dari tahun 1993-2017 yang di gunakan sebagai variabel penelitian Berikut ada wilayah yang tergenang saat hujan.

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1993 | 72 | 27 | 45 | 84 | 0 | 13 | 0 | 7 | 0 | 101 | 62 | 60 |
| 1994 | 65 | 42 | 49 | 49 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 105 | 78 |
| 1995 | 48 | 102 | 78 | 65 | 24 | 110 | 11 | 0 | 0 | 33 | 67 | 35 |
| 1996 | 37 | 62 | 42 | 30 | 17 | 3 | 22 | 37 | 26 | 105 | 51 | 50 |
| 1997 | 50 | 62 | 34 | 21 | 13 | 44 | 0 | 0 | 0 | 58 | 19 | 111 |
| 1998 | 34 | 70 | 69 | 40 | 136 | 45 | 38 | 0 | 24 | 46 | 90 | 55 |
| 1999 | 65 | 26 | 42 | 64 | 10 | 19 | 50 | 0 | 0 | 26 | 67 | 72 |
| 2000 | 82 | 76 | 119 | 58 | 54 | 13 | 60 | 0 | 0 | 41 | 54 | 17 |
| 2001 | 62 | 32 | 76 | 33 | 22 | 42 | 69 | 0 | 0 | 39 | 73 | 51 |
| 2002 | 31 | 74 | 32 | 39 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 45 |
| 2003 | 102 | 51 | 42 | 25 | 57 | 0 | 0 | 0 | 22 | 53 | 75 | 87 |
| 2004 | 20 | 45 | 64 | 54 | 42 | 105 | 11 | 0 | 0 | 15 | 34 | 44 |
| 2005 | 51 | 41 | 53 | 21 | 75 | 0 | 0 | 0 | 8 | 29 | 72 | 75 |
| 2006 | 45 | 69 | 36 | 50 | 89 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 88 |
| 2007 | 44 | 79 | 94 | 58 | 17 | 20 | 32 | 0 | 10 | 14 | 34 | 69 |
| 2008 | 47 | 46 | 55 | 18 | 8 | 3 | 0 | 13 | 23 | 69 | 88 | 115 |
| 2009 | 39 | 62 | 63 | 47 | 28 | 58 | 86 | 0 | 50 | 11 | 84 | 64 |
| 2010 | 65 | 64 | 95 | 63 | 128 | 19 | 27 | 75 | 44 | 65 | 64 | 54 |
| 2011 | 26 | 58 | 69 | 40 | 80 | 23 | 7 | 17 | 8 | 40 | 94 | 75 |
| 2012 | 49 | 90 | 63 | 40 | 14 | 23 | 0 | 0 | 0 | 11 | 55 | 36 |
| 2013 | 123 | 68 | 54 | 36 | 30 | 16 | 27 | 30 | 13 | 10 | 52 | 42 |
| 2014 | 30 | 57 | 43 | 118 | 19 | 36 | 6 | 0 | 0 | 43 | 70 | 105 |
| 2015 | 59 | 64 | 31 | 53 | 49 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 108 |
| 2016 | 32 | 58 | 93 | 93 | 47 | 9 | 0 | 24 | 10 | 46 | 77 | 17 |
| 2017 | 93 | 64 | 37 | 35 | 8 | 9 | 38 | 33 | 4 | 51 | 43 | 54 |

Gambar 2. 5 Curah Hujan 25 Tahun

2.2. Upaya Yang Telah Dilakukan

2.2.1. Pembersihan Saluran

Pembersihan saluran dilakukan di saluran kali konang tiap tahun yang dilakukan oleh warga di bantu dengan aparat setempat dengan cara melakukan gotong royong untuk membersihkan tumpukan sampah dan sedimen



Gambar 2. 6 Pembersihan Saluran

2.2.2. Pompa Mobile

Pompa mobile dengan kapasitas 500 liter per detik di gunaka untuk membantu pompa utam yang tidak mampu mengatasi debit banjir sehingga banjir yang tak kunjung surut dan mengganggu jalur transportasi di jalan-jalan fital di kota babat

BAB III

METODELOGI DAN LANDASAN TEORI

3.1. Metodologi

Pengendalian banjir ini bertujuan untuk menemukan solusi dari permasalahan banjir di saluran kali konang, serta mencari cara bagaimana agar debit banjir di kali konang dapat teratasi. Untuk maksud diatas, maka pengendalian banjir dilakukan serang kaian kegiatan, yakni sebagai berikut:

Tahan ke 1, adalah pengumpulan data-data yang dibutuhkan untuk perhitungan dan analisi. Data-data yang di butuhkan yakni peta topografi, peta jaringan drainase, dan data curah hujan.

Tahap ke 2, tahap berikutnya adalah analisi hidrologi, yaitu perhitungan curah hujan harian untuk menganalisis debit banjir kali konang.

Tahap ke 3, adalah analisi hidrolika, yaitu perhitungan kapasitas saluran kali konang untuk mengetahui kapasitas eksisiting saluran

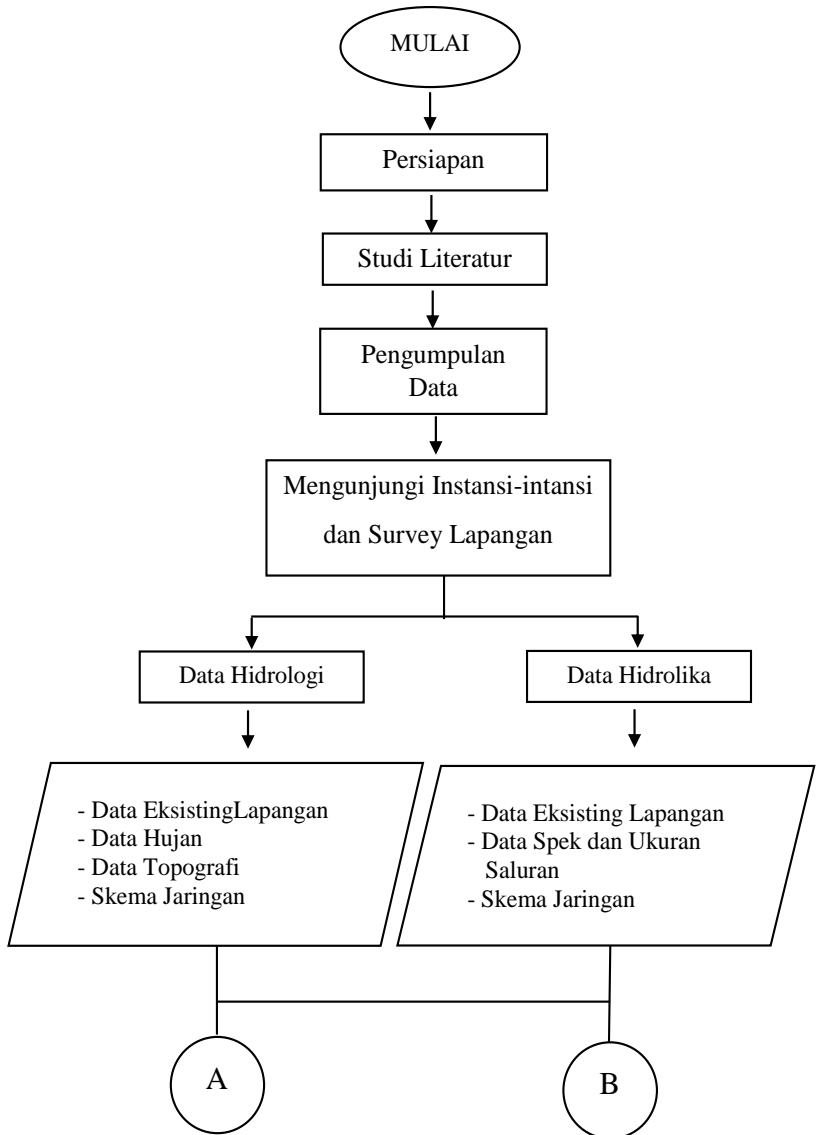
Tahap ke 4, yaitu melakukan perencanaan normalisasi untuk mengetahui normalisasi saluran yang optimum

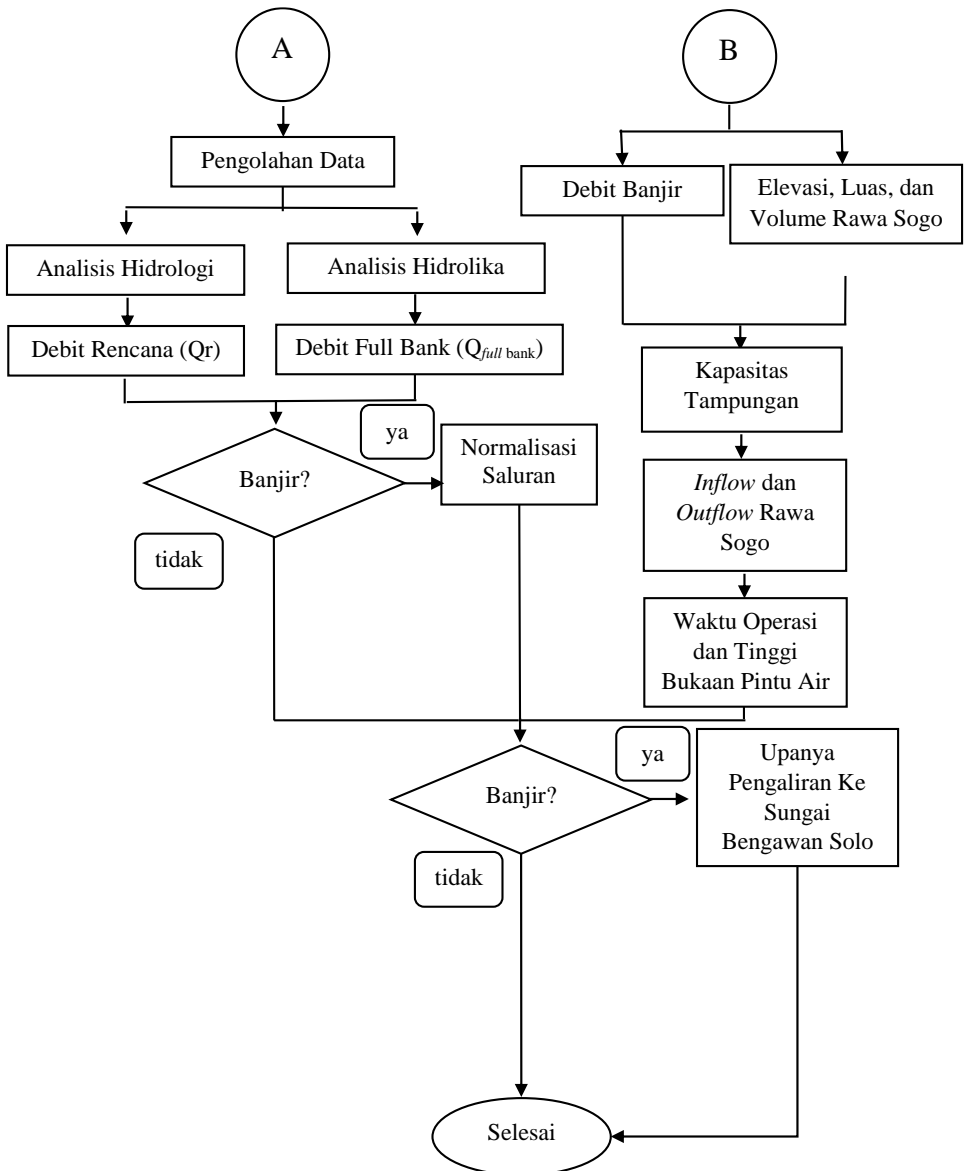
Tahap ke 5, yaitu melakukan analisis hidrologi dan hidrolika pada rawa sogo untuk mengetahui kapasitas tampungan rawa sogo dan debit banjir limpasan dari rawa sogo.

Tahap ke 6, Terakhir melakukan upaya pengaliran debit banjir ke rawa sogo dan alternatif pembuangan ke sungai bengawan solo jika banjir masih belum teratasi

Uraian diatas di simpulkan dengan bagan aliran di bawah ini, gambar 3.1. yang menguraikan tahap pengerjaan tugas akhir

3.2. Bagan Alir Metodologi





Gambar 3. 1 Flow Chart

3.3. Dasar Teori

3.3.1. Drainase

Menurut Dr. Ir. Suripin, M.Eng. drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas.

Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. (Suhardjono 1948:1)

3.3.2. Analisis Hidrologi

Dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini, hasil data yang telah diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan metode-metode yang telah diajarkan atau metode lain yang mungkin diperlukan.

3.3.2.1 Mencari data yang Kosong

Sebelum mengolah data hujan lebih lanjut, terlebih dahulu data hujan yang kurang harus dilengkapi. Ada 2 metode untuk melengkapi data hujan yang kurang yaitu:

a. Metode Aritmatika

Metode Aritmatika dapat digunakan apabila persentase perbandingan data hujan rata-rata tahunan stasiun yang datanya tidak lengkap <10% perbedaannya dengan stasiun indeks (stasiun hujan yang datanya lengkap). Rumus untuk mencari data hujan yang hilang metode aritmatika adalah

$$R_{\bar{x}} = \frac{1}{n} \left[\left(\frac{N_x}{N_a} \times R_a \right) + \left(\frac{N_x}{N_b} \times R_b \right) + \left(\frac{N_x}{N_c} \times R_c \right) \right] \quad (2.1)$$

Dimana:

$R_{\bar{x}}$ = Data hujan yang kosong

n = Jumlah data

N_x = Jumlah data yang ada pada daerah yang kosong

R_a, R_b, R_c = Data hujan pembandingan

N_a, N_b, N_c = Jumlah data sebagai pembandingan

(Sumber: Qinana, 2016)

$$RD = \frac{1}{n} \left(\frac{N_D}{N_A} \times R_A + \frac{N_D}{N_B} \times R_B + \frac{N_D}{N_C} \times R_C + \frac{N_D}{N_D} \times R_D \right) \quad (2.2)$$

Dimana:

R = Data hujan

N = Hujan rata-rata tahunan

n = Jumlah stasiun hujan disekitar

(Sumber: Triatmodjo, 2008:40)

3.3.2.2 Menghitung Hujan Rata-Rata

Untuk menentukan tinggi hujan rata-rata suatu daerah dimana daerah tersebut terdapat beberapa stasiun penakar hujan, masing-masing stasiun penakar hujan tersebut memiliki karakteristik daerah yang berbeda. Untuk itu perlu diadakannya pembaruan sifat karakteristik dari beberapa stasiun yang diperhitungkan, sehingga memiliki sifat karakteristik yang sama atau hampir sama. Untuk perhitungan curah hujan rata-rata digunakan beberapa metode sesuai dengan ketentuan dan kondisi pada daerah tersebut. Parameter untuk menentukan cara mencari tinggi hujan rata-rata dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 3. 1Parameter yang digunakan untuk menentukan cara yang tepat untuk mencari tinggi hujan rata-rata

| Parameter | Kondisi | Cara yang dapat digunakan |
|----------------------|-----------------------------------|--|
| Jumlah Stasiun Hujan | Cukup | Aljabar, Poligon Thiessen, Isohyet Rata-rata Aljabar, Poligon Thiessen |
| | Terbatas | Poligon Thiessen |
| Luas DAS | >5000 km ² (Besar) | Isohyet |
| | 501-5000 km ² (Sedang) | Poligon Thiessen |
| | <500 km ² (Kecil) | Rata-rata Aljabar |
| Kondisi Topografi | Pegunungan | Poligon Thiessen |
| | Dataran | Aljabar |
| | Berbukit dan tidak beraturan | Isohyet dan Poligon Thiessen |

(Sumber: Suripin, 2004:31-32)

Beberapa metode pengolahan data hujan

- a. Cara rata-rata aljabar

$$\bar{R} = \frac{1}{n} (R_A + R_B + R_C + \dots + R_n) \quad (2.3)$$

Dimana:

\bar{R} = Hujan rata-rata (mm)

n = Jumlah data

R_A, R_B = Tinggi hujan masing-masing stasiun (mm)

- b. Cara Poligon Thiessen

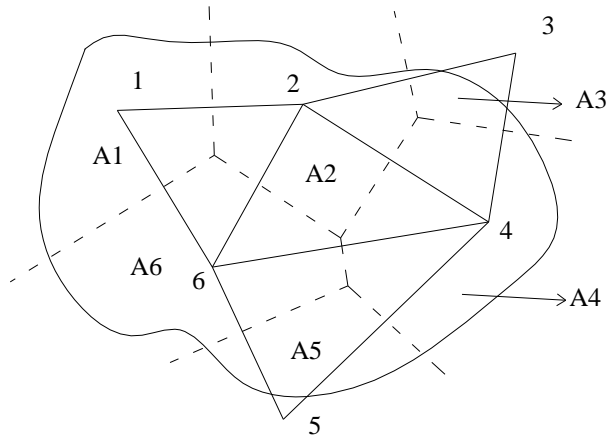
$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_{\text{total}}} \quad (2.3)$$

Dimana:

A_1, A_2, A_n = Bagian daerah yang mewakili titik pengamatan

1,2,3,... = Stasiun penakar hujan

$A_{total} = A_1 + A_2 + \dots + A_n$



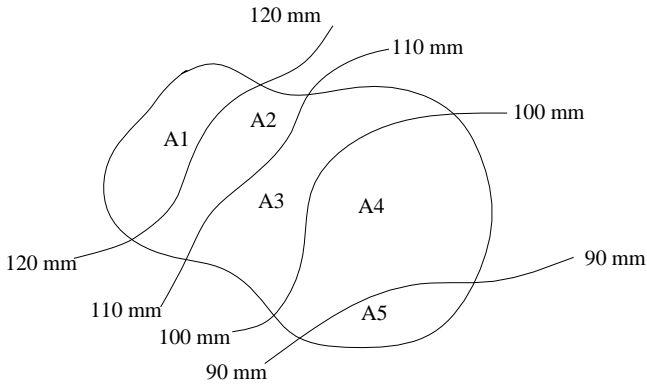
Gambar 3. 2 Poligon *Thiessen*

c. Cara *Ishoyet*

$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_{total}} \quad (2.5)$$

Dimana:

A_1, A_2, A_n = Luas daerah antara garis-garis isohyet.



Gambar 3. 3 Isohyet

3.3.2.3 Parameter Statistika

Dalam statistika dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisa data yang meliputi:

a. Nilai Rata-rata Tinggi Hujan

Tinggi rata-rata hujan diperoleh dengan mengambil harga rata-rata yang dihitung dari penakaran hujan pada area tersebut. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \quad (2.6)$$

Dimana:

\bar{R} = Tinggi rata-rata hujan (mm)

R_i = Variabel random (mm)

n = Jumlah data

(Sumber: Suripin, 2004:34)

b. Standar Deviasi

Pada umumnya ukuran disperse yang paling banyak digunakan adalah Standart Deviasi (Sd). Apabila penyebaran

data sangat besar terhadap nilai rata-rata, maka nilai Standart Deviasi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(R_i - \bar{R})^2}{n-1}} \quad (2.7)$$

Dimana:

Sd = Standart Deviasi

\bar{R} = Tinggi rata-rata hujan (mm)

R_i = Variabel random (mm)

n = Jumlah data

(Sumber: Suripin, 2004:34)

c. Koefisien Kemencengan

Koefisien kemencengan adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi. Koefisien kemencengan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)Sd^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (2.8)$$

Dimana:

Cs = Koefisien Skewness

Sd = Standart Deviasi

\bar{X} = Tinggi rata-rata hujan (mm)

X_i = Variabel random (mm)

n = Jumlah data

(Sumber: Soewarno, 1995:81)

d. Koefisien Keruncingan

Koefisien keruncingan digunakan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi yang pada umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Koefisien keruncingan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)Sd^4} \quad (2.9)$$

Dimana:

C_k = Koefisien Kurtosis

S_d = Standart Deviasi

\bar{X} = Tinggi rata-rata hujan (mm)

X_i = Variabel random (mm)

n = Jumlah data

(Sumber: Triatmodjo, 2008:243)

3.3.2.4 Menghitung Hujan Rencana

Tinggi hujan rencana adalah besarnya curah hujan yang dipakai sebagai dasar perhitungan debit rencana. Sifat khas parameter dari masing-masing distribusi dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 3. 2Parameter statistik yang menentukan distribusi

| Distribusi | Persyaratan |
|-----------------|--|
| Normal | $C_s = 0$ $C_k = 3$ |
| Log Normal | $C_s \approx C_v^3 + 3C_v$ $C_k \approx C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$ |
| Gumbel | $C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$ |
| Log Pearson III | Selain Nilai Di atas |

(Sumber: Triatmodjo, 2008:250)

Untuk menghitung tinggi hujan rencana digunakan beberapa metode yaitu:

a. Metode Distribusi Normal

Data variabel hidrologi yang telah dihitung besarnya peluang atau periode ulangnya, selanjutnya apabila digambar pada kertas grafik peluang akan membentuk garis lurus sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + K_T \times Sd \quad (2.10)$$

Dimana:

X_T = Perkiraan tinggi hujan rencana dengan periode ulang T tahun

\bar{X} = Tinggi hujan rata-rata

K_T = Faktor frekuensi probabilitas

Sd = Standart deviasi

b. Metode Distribusi Gumbel Tipe 1

Persamaan garis lurus untuk distribusi frekuensi tipe 1 Gumbel adalah sebagai berikut:

$$X = \bar{X} + \frac{S}{S_n} (Y - Y_n) \quad (2.11)$$

Persamaan garis lurus Distribusi Gumbel dengan menggunakan metode momen adalah:

$$Y = a(X - X_0) \quad (2.12)$$

$$a = \frac{1,283}{\sigma} \quad (2.13)$$

$$X_0 = \mu - \frac{0,577}{a} \text{ atau } X_0 = \mu - 0,455 \sigma \quad (2.14)$$

Keterangan:

σ = Standard deviasi

μ = Nilai rata-rata

Dengan :

Y_n = *Reduce mean* tergantung jumlah sampel (harga Y_n terdapat pada tabel 2.3)

S_n = *Reduce standard deviation* (harga S_n dapat dilihat pada tabel 2.4)

Y_t = *Reduce variate*, mempunyai nilai yang berbeda pada setiap periode ulang

X_T = Nilai variant yang diharapkan terjadi

\bar{X} = Nilai rata-rata hitung variant

K = Konstanta yang dapat dibaca pada tabel 2.5 atau dapat dihitung dengan persamaan $K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$

Sd = *Standar Deviasi* (simpangan baku)
(Sumber: Soewarno, 1995)

Tabel 3. 3 *Reduced Mean* (Yn)

| n | Yn | n | Yn | n | Yn | n | Yn | n | Yn |
|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|-----|--------|
| 10 | 0,4595 | 29 | 0,5353 | 47 | 0,5473 | 65 | 0,5535 | 83 | 0,5574 |
| 11 | 0,4996 | 30 | 0,5362 | 48 | 0,5477 | 66 | 0,5538 | 84 | 0,5576 |
| 12 | 0,5053 | 31 | 0,5371 | 49 | 0,5481 | 67 | 0,5540 | 85 | 0,5578 |
| 13 | 0,5070 | 32 | 0,5380 | 50 | 0,5485 | 68 | 0,5543 | 86 | 0,5580 |
| 14 | 0,5100 | 33 | 0,5388 | 51 | 0,5489 | 69 | 0,5545 | 87 | 0,5581 |
| 15 | 0,5128 | 34 | 0,5396 | 52 | 0,5493 | 70 | 0,5548 | 88 | 0,5583 |
| 16 | 0,5157 | 35 | 0,5402 | 53 | 0,5497 | 71 | 0,5550 | 89 | 0,5585 |
| 17 | 0,5181 | 36 | 0,5410 | 54 | 0,5501 | 72 | 0,5552 | 90 | 0,5586 |
| 18 | 0,5202 | 37 | 0,5418 | 55 | 0,5504 | 73 | 0,5555 | 91 | 0,5587 |
| 19 | 0,5220 | 38 | 0,5424 | 56 | 0,5508 | 74 | 0,5557 | 92 | 0,5589 |
| 20 | 0,5236 | 39 | 0,5430 | 57 | 0,5511 | 75 | 0,5559 | 93 | 0,5591 |
| 21 | 0,5252 | 40 | 0,5436 | 58 | 0,5515 | 76 | 0,5561 | 94 | 0,5592 |
| 22 | 0,5268 | 41 | 0,5442 | 59 | 0,5518 | 77 | 0,5563 | 95 | 0,5593 |
| 23 | 0,5283 | 42 | 0,5448 | 60 | 0,5521 | 78 | 0,5565 | 96 | 0,5595 |
| 24 | 0,5296 | 43 | 0,5453 | 61 | 0,5524 | 79 | 0,5567 | 97 | 0,5596 |
| 25 | 0,5309 | 44 | 0,5458 | 62 | 0,5527 | 80 | 0,5569 | 98 | 0,5598 |
| 26 | 0,5320 | 45 | 0,5463 | 63 | 0,5530 | 81 | 0,5570 | 99 | 0,5599 |
| 27 | 0,5332 | 46 | 0,5468 | 64 | 0,5533 | 82 | 0,5572 | 100 | 0,5600 |
| 28 | 0,5343 | | | | | | | | |

(Sumber: Soemarto, 1987:236)

Tabel 3. 4 *Reduced standard deviation (Sn)*

| n | Sn | n | Sn | n | Sn | n | Sn | n | Sn |
|----|--------|----|--------|----|-------|----|--------|-----|--------|
| 10 | 0,9496 | 29 | 1,1086 | 47 | 1,156 | 65 | 1,1803 | 83 | 1,1959 |
| 11 | 0,9676 | 30 | 1,1124 | 48 | 1,155 | 66 | 1,1814 | 84 | 1,1967 |
| 12 | 0,9833 | 31 | 1,1159 | 49 | 1,159 | 67 | 1,1824 | 85 | 1,1973 |
| 13 | 0,9971 | 32 | 1,1193 | 50 | 1,161 | 68 | 1,1834 | 86 | 1,198 |
| 14 | 1,0095 | 33 | 1,1226 | 51 | 1,162 | 69 | 1,1844 | 87 | 1,1987 |
| 15 | 1,0206 | 34 | 1,1255 | 52 | 1,164 | 70 | 1,1854 | 88 | 1,1994 |
| 16 | 1,0316 | 35 | 1,1285 | 53 | 1,166 | 71 | 1,1863 | 89 | 1,2001 |
| 17 | 1,0411 | 36 | 1,1313 | 54 | 1,167 | 72 | 1,1873 | 90 | 1,2007 |
| 18 | 1,0493 | 37 | 1,1339 | 55 | 1,168 | 73 | 1,1881 | 91 | 1,2013 |
| 19 | 1,0565 | 38 | 1,1363 | 56 | 1,17 | 74 | 1,189 | 92 | 1,202 |
| 20 | 1,0628 | 39 | 1,1388 | 57 | 1,171 | 75 | 1,1898 | 93 | 1,2026 |
| 21 | 1,0696 | 40 | 1,1413 | 58 | 1,172 | 76 | 1,1906 | 94 | 1,2032 |
| 22 | 1,0754 | 41 | 1,1436 | 59 | 1,173 | 77 | 1,1915 | 95 | 1,2038 |
| 23 | 1,0811 | 42 | 1,1458 | 60 | 1,175 | 78 | 1,1923 | 96 | 1,2044 |
| 24 | 1,0864 | 43 | 1,148 | 61 | 1,176 | 79 | 1,193 | 97 | 1,2049 |
| 25 | 1,0915 | 44 | 1,1499 | 62 | 1,177 | 80 | 1,1938 | 98 | 1,2055 |
| 26 | 1,0961 | 45 | 1,1519 | 63 | 1,178 | 81 | 1,1945 | 99 | 1,206 |
| 27 | 1,1004 | 46 | 1,1538 | 64 | 1,179 | 82 | 1,1953 | 100 | 1,2065 |
| 28 | 1,1047 | | | | | | | | |

(Sumber: Triatmodjo, 2008:227)

c. Metode Distribusi Log Pearson III

Log Pearson III banyak digunakan dalam analisa hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi Log Pearson III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson III dengan menggantikan variant menjadi nilai logaritmik.

Bentuk kumulatif dari distribusi Log Pearson III dengan nilai variantnya X apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik (*logarithmic probability paper*) akan merupakan model matematik persamaan garis lurus. Persamaan garis lurusnya adalah:

$$Y = \bar{Y} - k \times S \quad (2.15)$$

Prosedur untuk menentukan kurva distribusi Log Pearson III, adalah:

1. Menentukan logaritma dari semua nilai variant X
2. Menghitung nilai rata-rata (*mean*)

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{\sum \log X}{n} \quad (2.16)$$

n = Jumlah data

3. Menghitung nilai standard deviasi dari Log X

$$\overline{\text{Sd. Log } X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^2}{n-1}} \quad (2.17)$$

4. Menghitung koefisien kemencengengan

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^3}{(n-1)(n-2)(\overline{\text{Sd Log } X})^3} \quad (2.18)$$

Sehingga persamaan dapat ditulis:

$$\text{Log } X_t = \overline{\text{Log } X} + K \times \overline{\text{Sd Log } X} \quad (2.19)$$

Dimana:

$\overline{\text{Sd}}$ = Standard deviasi

\bar{X} = Tinggi rata-rata hujan (mm)

X_i = Variabel random (mm)

n = Jumlah data

K = Faktor sifat distribusi Log Pearson III yang merupakan fungsi dari besarnya C_s (harga K dapat dilihat pada tabel 2.5)

Tabel 3. 5 Nilai distribusi Log Pearson K III

| Koefisien Kemencengan (Cs) | Periode Ulang (Tahun) | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|------|-------|------|-------|
| | 2 | 5 | 10 | 50 | 100 |
| 3 | -0,396 | 0,42 | 1,18 | 3,15 | 4,051 |
| 2,5 | -0,36 | 0,57 | 1,25 | 3,11 | 3,185 |
| 2 | -0,307 | 0,61 | 1,302 | 2,91 | 3,605 |
| 1,5 | -0,24 | 0,71 | 1,333 | 2,71 | 3,33 |
| 01.02 | -0,195 | 0,73 | 1,31 | 2,63 | 3,149 |
| 1 | -0,164 | 0,76 | 1,34 | 2,34 | 3,022 |
| 0,9 | -0,148 | 0,77 | 1,339 | 2,2 | 2,957 |
| 0,8 | -0,132 | 0,78 | 1,336 | 2,15 | 2,891 |
| 0,7 | -116 | 0,79 | 1,333 | 2,11 | 2,824 |
| 0,6 | -0,099 | 0,8 | 1,328 | 2,34 | 2,755 |
| 0,5 | -0,083 | 0,81 | 1,323 | 2,31 | 2,686 |
| 0,4 | -0,066 | 0,82 | 1,317 | 2,61 | 2,615 |
| 0,3 | -0,05 | 0,82 | 1,309 | 2,21 | 2,314 |
| 0,2 | -0,033 | 0,83 | 1,031 | 2,16 | 2,172 |
| 0,1 | -0,017 | 0,84 | 1,292 | 2,11 | 2,1 |
| 0 | 0 | 0,84 | 1,282 | 2,03 | 2,326 |
| -0,1 | 0,017 | 0,83 | 1,27 | 2 | 2,232 |
| -0,2 | 0,033 | 0,85 | 1,258 | 1,95 | 2,178 |
| -0,3 | 0,06 | 0,85 | 1,245 | 1,89 | 2,101 |
| -0,4 | 0,066 | 0,86 | 1,231 | 1,83 | 2,029 |
| -0,5 | 0,083 | 0,86 | 1,216 | 1,78 | 1,955 |
| -0,6 | 0,099 | 0,86 | 1,2 | 1,72 | 1,88 |
| -0,7 | 0,166 | 0,86 | 1,183 | 1,66 | 1,806 |
| -0,8 | 0,132 | 0,86 | 1,166 | 1,61 | 1,733 |

Tabel 3.5 Nilai K distribusi Log Pearson III (Lanjutan)

| Koefisien Kemencengan (Cs) | Periode Ulang (Tahun) | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|------|-------|------|-------|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | |
| -0,9 | 0,148 | 0,85 | 1,147 | 1,52 | 1,66 |
| -1 | 0,161 | 0,85 | 1,128 | 1,49 | 1,888 |
| -1.2 | 0,195 | 0,84 | 1,086 | 1,38 | 1,449 |
| -1,5 | 0,24 | 0,83 | 1,018 | 1,22 | 1,256 |
| -2 | 0,307 | 0,78 | 0,895 | 0,98 | 0,99 |
| -2,5 | 0,36 | 0,71 | 0,771 | 0,8 | 0,799 |
| -3 | 0,396 | 0,64 | 0,66 | 0,67 | 0,667 |

(Sumber: Soewarno, 1995)

3.3.2.5 Uji Kecocokan Distribusi

Untuk menentukan uji kecocokan distribusi dari sampel data terhadap fungsi distribusi teoritis yang diperkirakan dapat menggambarkan distribusi empiris, diperlukan pengujian secara statistik. Untuk menetapkan apakah persamaan distribusi peluang yang akan dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisa. Ada 2 jenis uji kecocokan yaitu:

a. Chi-kuadrat

Uji Chi-Kuadrat digunakan untuk menentukan apakah persamaan peluang dapat mewakili dari distribusi sampel data yang dianalisa.

Parameter yang digunakan dalam pengambilan keputusan ini adalah χ^2 , parameter χ^2 dapat dihitung dengan rumus:

$$\chi^2 h = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2.20)$$

Dengan:

$\chi^2 h$ = Parameter Chi-Kuadrat terhitung

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

E_i = jumlah nilai teoriti pada sub kelompok ke i

(Sumber: Triatmodjo, 2008:238)

Prosedur perhitungan uji Chi-Kuadrat adalah:

1. Tetapkan jumlah pengamatan data curah hujan (n) tahun.
2. Urutkan data curah hujan dari yang terbesar ke terkecil ataupun sebaliknya.
3. Hitung derajat kebebasan dengan menggunakan rumus $DK = K - (\alpha + 1)$, dimana $\alpha = 2$ untuk distribusi normal dan binomial dan $\alpha = 1$ untuk distribusi *poison*.
4. Cara nilai Chi-Kuadrat dari harga DK dan $h = 5\%$ dari tabel distribusi Chi-Kuadrat dan membandingkan periode ulang 10 tahun dengan variabel K dan peluang 9% , 5% , $\%$ pada tabel 2.6 Variabel Reduksi Gauss.
5. Interpretasi data yang ada dengan membandingkan nilai Chi-Kuadrat teoritis dan nilai Chi-Kuadrat dengan memasukkan hasil (x^2h) pada tabel 2.7 Nilai Chi-Kuadrat.
6. Apabila $(x^2h) < (x^2Cr)$, maka jumlah data dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya sesuai interpretasi datanya.

Tabel 3. 6 Variabel Reduksi Gauss

| Periode Ulang T (tahun) | Peluang | K_T |
|----------------------------|---------|-------|
| 5 | 0,2 | 0,84 |
| 10 | 0,1 | 1,28 |
| 20 | 0,05 | 1,64 |
| 50 | 0,2 | 2,05 |
| 100 | 0,01 | 2,33 |

(Sumber: Soewarno, 1995:119)

Tabel 3. 7Nilai Chi-Kuadrat

| Dk | Taraf Signifikan | | | | | |
|----|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 50% | 30% | 20% | 10% | 5% | 1% |
| 1 | 0,455 | 1,074 | 1,642 | 2,706 | 3,841 | 6,635 |
| 2 | 1,366 | 2,408 | 3,219 | 4,605 | 5,991 | 9,210 |
| 3 | 2,366 | 3,665 | 4,642 | 6,251 | 7,815 | 11,341 |
| 4 | 3,357 | 4,878 | 5,989 | 7,779 | 9,488 | 13,277 |
| 5 | 4,351 | 6,056 | 7,289 | 9,236 | 11,070 | 15,086 |
| 6 | 5,348 | 7,231 | 8,558 | 10,645 | 12,592 | 16,812 |
| 7 | 6,346 | 8,383 | 9,803 | 12,017 | 14,067 | 18,475 |
| 8 | 7,344 | 9,254 | 11,030 | 13,362 | 15,507 | 20,090 |
| 9 | 8,343 | 10,656 | 12,242 | 14,686 | 16,919 | 21,666 |
| 10 | 9,342 | 11,781 | 13,442 | 15,987 | 18,307 | 23,309 |
| 11 | 10,341 | 12,899 | 14,631 | 17,275 | 19,675 | 24,725 |
| 12 | 11,340 | 14,011 | 15,812 | 18,549 | 21,026 | 26,217 |
| 13 | 12,340 | 15,119 | 16,985 | 19,812 | 22,362 | 27,688 |
| 14 | 13,339 | 16,222 | 18,151 | 21,064 | 23,685 | 29,141 |
| 15 | 14,339 | 17,332 | 19,311 | 23,307 | 24,996 | 30,578 |

(Sumber: Triatmodjo, 2008:240)

b. Smirnov-Kolmogorov

Uji Smirnov-Kolmogorov juga sering disebut juga uji kecocokan non parameter, karena pengujinya tidak menggunakan fungsi dari distribusi tersebut. Prosedur uji Smirnov-Kolmogorov adalah:

1. Urutkan data pengamatan dari terbesar ke terkecil atau sebaliknya tentukan peluang masing-masing data distribusi:

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_m = P(X_m)$$

$$X_n = P(X_n)$$

$$P(X_n) = m/(n-1) \text{ dan } P(X <) = 1 - P(X_i) \quad (2.21)$$

Dengan:

$$P(X) = \text{Peluang}$$

m = Nomor urut kejadian

n = Jumlah data

2. masing-masing peluang teoritis dan hasil penggambaran data

X_1 = $P'(X_1)$

X_2 = $P'(X_2)$

X_m = $P'(X_m)$

X_n = $P'(X_n)$

$F(t)$ = $(X - \bar{X})/Sd$ dan $P'(X_i) = 1 - P'(X <)$ (2.22)

Dengan:

$P'(X_m)$ = Peluang teoritis yang terjadi pada nomor ke n

X = Curah hujan harian

\bar{X} = Curah hujan rata-rata

$F(t)$ = Distribusi normal standard

3. Tentukan selisih terbesar dari peluang pengamatan dengan peluang teoritis dari kedua nilai peluang tersebut:

$$D_{maks} = [P(X_m) - P'(X_m)] \quad (2.23)$$

4. Tentukan nilai D_0 berdasarkan tabel kritis Smirnov-Kolmogorov.

5. Interpretasi hasilnya adalah:

- Apabila $D_{maks} < D_0$ distribusi yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima.
- Apabila $D_{maks} > D_0$ maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan distribusi tidak sama.

Persamaan garis yang umum digunakan untuk Smirnov-Kolmogorov adalah:

$$X = \bar{X} + k \times Sd$$

$$(2.24)$$

Dengan :

X = Hujan rencana

\bar{X} = Hujan rata-rata

k = Faktor distribusi

Sd = Standard Deviasi

Tabel 3. 8 Nilai D_0 untuk uji kecocokan *smirnov-kolmogorov*

| N | Derajat Kepercayaan (α) | | | |
|----|----------------------------------|------|------|------|
| | 0,2 | 0,1 | 0,05 | 0,01 |
| 5 | 0,45 | 0,51 | 0,56 | 0,67 |
| 10 | 0,32 | 0,37 | 0,41 | 0,49 |
| 15 | 0,27 | 0,30 | 0,34 | 0,40 |
| 20 | 0,23 | 0,26 | 0,29 | 0,36 |
| 25 | 0,21 | 0,24 | 0,27 | 0,32 |
| 30 | 0,19 | 0,22 | 0,24 | 0,29 |
| 35 | 0,18 | 0,20 | 0,23 | 0,27 |

(Sumber: Soewarno, 1995)

3.3.2.6 Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran adalah perbandingan besarnya aliran permukaan (bagian hujan yang membentuk limpasan) dengan hujan total. Hujan yang jatuh di atas permukaan tanah, sebelum melimpas atau mengalir di atas permukaan tanah akan mengalami hal-hal berikut:

a. Intersepsi

Air hujan membasahi segala suatu yang ada di atas permukaan tanah, seperti tanaman-tanaman dan bangunan-bangunan.

b. Infiltrasi

Merembesnya air dari permukaan tanah ke dalam tanah yang lamanya sangat tergantung dari jenis dan kondisi tanah.

c. Retensi

Air hujan mengisi celah-celah dan retakan-retakan serta cekungan yang ada di atas tanah.

Peristiwa intersepsi, infiltrasi, dan retensi merupakan suatu peristiwa “kehilangan air” ditambah dengan evapotranspirasi atau penguapan – penguapan.

$$\text{Limpasan permukaan Air} = \text{Hujan Total} - \text{Kehilangan Air}$$

$$Q = Q_1 - Q_2 \quad (2.25)$$

$$\text{Koefisien pengaliran (C)} = \frac{Q}{Q_1} \quad (2.26)$$

Kondisi tata guna lahan yang sebenarnya di lapangan sangatlah bervariasi, sehingga untuk menentukan koefisien pengaliran adalah koefisien pengaliran rata-rata atau koefisien pengaliran komposit kawasan. Perhitungan koefisien rata-rata \bar{C} :

$$\bar{C} = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A} = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + \dots + C_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.27)$$

Dimana:

\bar{C} = Koefisien pengaliran rata – rata.

C_i = Koefisien pengaliran bagian.

A_i = Luas bagian.

(Sumber: Subarkah, 1980:51)

Tabel 3. 9Kefisien Pengaliran

| Tipe Daerah Aliran | C |
|---------------------------|-----------|
| Rerumputan | |
| Tanah pasir, datar, 2% | 0,50-0,10 |
| Tanah pasir, sedang, 2-7% | 0,10-0,15 |
| Tanah pasir, curam, 7% | 0,15-0,20 |
| Tanah gemuk, datar, 2% | 0,13-0,17 |
| Tanah gemuk, sedang, 2-7% | 0,18-0,22 |
| Tanah gemuk, curam, 7% | 0,25-0,35 |
| Perdagangan | |
| Daerah kota lama | 0,75-0,95 |
| Daerah pinggiran | 0,50-0,70 |
| Perumahan | |
| Daerah single family | 0,30-0,50 |
| Multi unit terpisah | 0,40-0,60 |
| Multi unit tertutup | 0,60-0,75 |
| Suburban | 0,25-0,40 |
| Daerah apartemen | 0,50-0,70 |

Tabel 3.9 Koefisien aliran C (Lanjutan)

| Tipe Daerah Aliran | C |
|-------------------------|-----------|
| Industri | |
| Daerah ringan | 0.50-0.80 |
| Daerah berat | 0,60-0,90 |
| Taman, kuburan | 0,10-0,25 |
| Tempat bermain | 0,20-0,35 |
| Halaman kereta api | 0,20-0,40 |
| Daerah tidak dikerjakan | 0,10-0,30 |
| Jalan: beraspal | |
| Beton | 0,80-0,95 |
| Batu | 0,70-0,85 |
| Atap | 0,70-0,85 |

(Sumber: Triatmodjo, 2008:145)

3.3.2.7 Intensitas Hujan

Perhitungan Intensitas Hujan tergantung dari data yang tersedia. Data dari alat penakar hujan manual : data hujan harian atau data hujan 24 jam-an, rumus yang digunakan adalah rumus “*Mononobe*”.

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{T_c} \right]^{2/3} \quad (2.28)$$

Dimana :

I_t = Intensitas Hujan (mm/jam)

R_{24} = Hujan harian (mm)

T_c = Waktu konsentrasi (jam)

a. *Time of Concentration* (T_c)

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air yang melintas di atas permukaan tanah dari titik terjauh pada suatu daerah pengaliran sampai ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir.

$$T_c = T_0 + T_f \quad (2.29)$$

Dimana:

T_0 = *Overland flow time (inlet time)* adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir diatas permukaan tanah, dari titik terjauh pada suatu daerah pengaliran (*catchment area*) sampai sistem saluran yang ditinjau.

T_f = *Channel flow time* adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir disepanjang saluran sampai ke titik kontrol di bagian hilir yang ditinjau.

b. *Overland flow time* (T_0)

$$\text{Kirpich Formula} \rightarrow T_0 = 0,0195 \left(\frac{L_0}{\sqrt{I_0}} \right)^{0,77} \text{ menit} \quad (2.30)$$

Dimana :

L_0 = Jarak titik terjauh lahan terhadap sistem saluran yang ditinjau

I_0 = Kemiringan rata-rata permukaan tanah kearah saluran yang ditinjau

n = Koefisien kekasaran permukaan tanah menurut Kerby (missal: tanah licin, $n=0,02$. tanah berumput, $n=0,04$. dst)

c. *Channel Flow Time* (T_f)

Kecepatan aliran rata-rata dalam saluran buatan yang mempunyai dimensi tertentu, dihitung berdasarkan kekasaran bahan saluran dan kemiringan dasar salurannya (Rumus Manning). Sedangkan untuk saluran alam (sungai), dimana kondisi, bentuk penampang, dan dimensinya yang tidak beraturan, perhitungan kecepatan aliran rata-rata ditentukan secara empiris berdasarkan kemiringan rata-rata dasar saluran alam atau sungai tersebut.

- Rumus Rziha:

$$T_f = L V \text{ dengan } V = 72[\Delta h / L]^{0,6} \quad (2.15)$$

Dimana:

L = panjang sungai didaerah aliran (km)

S = kecepatan rambat banjir (km/jam)

Δh = beda tinggi antara titik terjauh dihilu dengan titik pengamatan (km)

V = Kecepatan aliran dalam saluran (m/det)

Tabel 3. 10 Kecepatan aliran rata-rata untuk saluran alam

| Kemiringan rata-rata dasar sungai (%) | Kecepatan rata-rata (m/detik) |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| <1 | 0,40 |
| 1-2 | 0,60 |
| 2-4 | 0,90 |
| 4-6 | 1,20 |
| 6-10 | 1,50 |
| 10-15 | 2,40 |

3.3.2.8 Debit Rencana

Debit rencana untuk daerah perkotaan pada umumnya direncanakan untuk pembuangan air secepatnya, agar tidak terjadi genangan air yang mengganggu, sehingga saluran-saluran drainase dibuat sesuai dengan debit rencana.

Daerah perkotaan pada umumnya merupakan bagian dari daerah aliran yang lebih besar dan luas, dimana pada daerah tersebut sudah ada sistem drainase alaminya. Perencanaan dan pengembangan sistem drainase untuk daerah perkotaan yang baru, diselarskan dengan sistem drainase alami yang sudah ada, agar kondisi aslinya dapat dipertahankan sejauh mungkin. Debit rencana dapat dihitung dengsn memakai metode Rasional (*Rational Formula*).

Rumus :

$$Q = \frac{1}{3,6} \times \beta \times C \times I_t \times A \quad (2.32)$$

Dimana :

Q = Debit rencana (m³/det)

β = Koefisien penyebaran hujan (lihat pada tabel 2.11)

I_t = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km²)

C = Koefisien pengaliran (*run-off coefficient*)

(Sumber: Suripin, 2004:82)

Tabel 3. 11 Koefisien Penyebaran Hujan (β)

| Luas Catchment Area (km ²) | Koefisien (β) |
|--|-----------------------|
| 0-4 | 1 |
| 5 | 0,995 |
| 10 | 0,98 |
| 15 | 0,995 |
| 20 | 0,92 |
| 25 | 0,875 |
| 30 | 0,82 |
| 50 | 0,5 |

(Sumber: Soewarno, 1995)

3.3.2.9 Hidrograf Satuan Sintetis

Hidrograf satuan adalah hidrograf limpasan langsung yang dihasilkan oleh hujan efektif (hujan netto) yang terjadi merata diseluruh DAS dan dengan intensitas tetap selama satu satuan waktu yang ditetapkan

(Sumber: Suripin, 2003)

a. Perhitungan hujan jam-jaman

Hujan efektif adalah curah hujan yang lamanya sedemikian rupa sehingga lamanya limpasan permukaan tidak menjadi pendek. Berikut perumusannya:

$$R_t = \frac{R_{24}}{T} \left(\frac{T}{t}\right)^{2/3} \quad (2.33)$$

$$R_T = t \times R_t - (t-1) R_{(t-1)} \quad (2.34)$$

Keterangan:

R_t = Rata tinggi hujan dari permulaan sampai jam ke t (mm)

R_{24} = Tinggi hujan harian dalam 24 jam (mm)

t = Waktu hujan (jam)

T = Lama waktu hujan waktu terpusat (jam)

R_T = Tinggi hujan rata-rata pada jam t (mm)

$R_{(t-1)}$ = Rata-rata tinggi hujan dari permulaan sampai jam ke t

Perhitungan tingi hujan efektif, menggunakan rumus berikut:

$$R_e = C \times R_t \quad (2.35)$$

Keterangan:

R_e = Tinggi hujan efektif (mm)

R_t = Tinggi hujan rencana (mm)

C = Koefisien pengaliran rata-rata

(Sumber: Suripin, 2003)

b. Perhitungan hidrograf satuan Nakayassu

Hidrograf satuan suatu DAS adalah suatu limpasan langsung yang diakibatkan oleh suatu hujan efektif yang terbagi rata dalam waktu dan ruang. Tujuan dari hidrograf adalah untuk memperkirakan hubungan antara hujan efektif dan aliran permukaan.

(Sumber: Suripin, 2003)

$$t_g = 0,4 + 0,058 L \quad (\text{untuk } L > 15 \text{ km}) \quad (2.36)$$

$$t_g = 0,21 L^{0,7} \quad (\text{untuk } L < 15 \text{ km}) \quad (2.37)$$

$$t_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \quad (2.38)$$

$$T_p = t_g + 0,8 t_r \quad (2.39)$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g \quad (2.40)$$

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_0}{3,6 \times 0,3 \times T_p \times T_{0,3}} \quad (2.41)$$

Keterangan:

Q_p = Debit puncak banjir (m^3/det)

C = Koefisien pengaliran

A = Luas daerah aliran sungai (km^2)

R_0 = Hujan satuan (mm)

T_p = Tenggang waktu dari pemulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$ = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak (jam)

T_g = Waktu konsentrasi

T_r = Satuan waktu dari curah hujan (jam)

α = Koefisien karakteristik *catchment area* biasanya di ambil 2

L = Panjang saluran (km)

Pada hidrograf Nakayassu dibagi menjadi dua bagian yaitu lengkung naik dan lengkung turun

- Lengkung naik

$$Q_a = Q_p \times \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} \quad (2.42)$$

Keterangan:

Q_a = Limpasan sebelum mencapai debit puncak dan dinyatakan dalam bentuk ($m^3/detik$)

- Lengkung turun

Untuk $Q_d > 0,30 Q_p$

$$Q_d = Q_p \times 0,3 \frac{t - T_p}{T_{0,3}} \quad (2.43)$$

Untuk $0,30 Q_p > Q_d > 0,30^2 Q_p$

$$Q_d = Q_p \times 0,3 \frac{(t - T_p) + (0,5 \times T_{0,3})}{1,5 \times T_{0,3}} \quad (2.44)$$

Untuk $0,30^2 Q_p > Q_d$

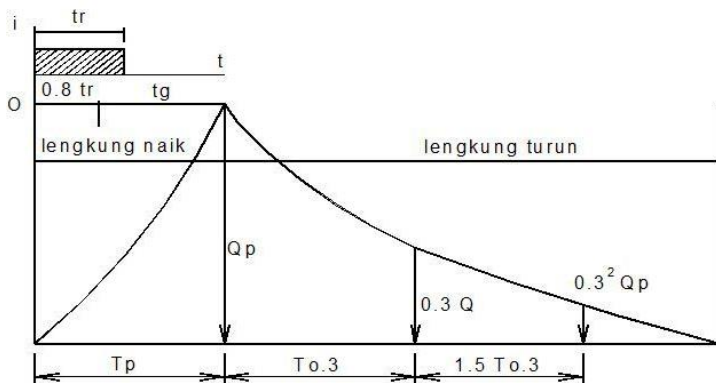
$$Q_d = Q_p \times 0,3 \frac{(t-T_p) + (0,5 \times T_{0,3})}{1,5 \times T_{0,3}} \quad (2.45)$$

Keterangan:

Q_p = Debit puncak (m^3/det)

T = Satuan waktu (jam)

(Sumber: Suripin, 2003)



Gambar 3. 4Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu

3.3.3. Analisis Hidrolika

Hidrolika merupakan satu topik dalam Ilmu terapan dan keteknikan yang berurusan dengan sifat-sifat mekanis fluida, yang mempelajari perilaku aliran air secara mikro maupun makro. Mekanika Fluida meletakkan dasar-dasar teori hidrolika yang difokuskan pada rekayasa sifat-sifat fluida. Dalam tenaga fluida, hidrolika digunakan untuk pembangkit, kontrol, dan perpindahan tenaga menggunakan fluida yang dimampatkan. Topik bahasan hidrolika membentang dalam banyak aspek sains dan disiplin keteknikan, mencakup konsep-konsep seperti aliran tertutup (pipa), perancangan bendungan, pompa, turbin, tenaga air,

hitungan dinamika fluida, pengukuran aliran, serta perilaku aliran saluran terbuka seperti sungai dan selokan.

Ditinjau dari mekanika aliran, terdapat dua macam aliran yaitu aliran saluran tertutup dan aliran saluran terbuka. Dua macam aliran tersebut dalam banyak hal mempunyai kesamaan tetapi berbeda dalam satu ketentuan penting. Perbedaan tersebut adalah pada keberadaan permukaan bebas, aliran saluran terbuka mempunyai permukaan bebas, sedangkan aliran saluran tertutup tidak mempunyai permukaan bebas karena air mengisi seluruh penampang saluran.

Dengan demikian aliran saluran terbuka mempunyai permukaan yang berhubungan dengan atmosfer, sedang aliran saluran tertutup tidak mempunyai hubungan langsung dengan tekanan atmosfer. Seperti yang telah kita ketahui, air mengalir dari hulu ke hilir sampai mencapai suatu elevasi permukaan air tertentu, kecuali ada gaya yang menyebabkan aliran kearah sebaliknya.

3.3.3.1 Sifat aliran

a. Aliran tetap (*steady flow*)

Aliran yang parameter – parameternya tidak berubah terhadap waktu. Parameter aliran berupa kecepatan aliran, kerapatan, temperatur, dan lain – lain.

$$\frac{\partial v}{\partial t} = 0 \quad \frac{\partial p}{\partial t} = 0, \text{ dsb}$$

b. Aliran tidak tetap (*unsteady flow*)

Aliran yang parameter – parameternya berubah terhadap waktu.

$$\frac{\partial v}{\partial t} \neq 0 \quad \frac{\partial p}{\partial t} \neq 0, \text{ dsb}$$

c. Aliran seragam (*uniform flow*)

Aliran yang parameter – parameternya mempunyai harga tetap di sepanjang aliran selama waktu tertentu.

$$\frac{\partial v}{\partial s} = 0 \quad \frac{\partial p}{\partial s} = 0, \text{ dsb}$$

d. Aliran tidak seragam (*non uniform flow*)

Besarnya parameter-parameter aliran tidak sama di sepanjang lintasannya selama waktu tertentu.

$$\frac{\partial p}{\partial s} \neq 0 \quad \frac{\partial p}{\partial s} \neq 0, \text{ dsb}$$

Debit saluran drainase berasal dari air hujan dan air limbah, atau dipengaruhi oleh distribusi hujan dan fluktuasi pemakaian air, maka tidak mungkin kondisi aliran dalam saluran drainase dalam keadaan *steady uniform flow*, tetapi *unsteady non uniform flow*. Dalam perencanaan saluran drainase, aliran dianggap tetap dan seragam, kecuali untuk saluran dengan debit yang besar

3.3.3.2 Kodisi aliran

Aliran air pada saluran drainase dapat berupa aliran saluran terbuka (*open channel flow*) dan aliran saluran tertutup (*pipe flow*). Pada aliran saluran terbuka terdapat permukaan air bebas (*free-surface*) yang dapat dipengaruhi oleh tekanan udara secara langsung. Dimana permukaan air pada saluran terbuka merupakan garis hidrolis dan kedalaman aliran sama dengan tinggi tekanan. Sedangkan aliran pada saluran tertutup/pipa tidak terdapat permukaan bebas (aliran bertekanan), karena seluruh penampang saluran/pipa terisi air, sehingga permukaan air tidak dipengaruhi oleh tekanan udara.

Untuk menentukan besarnya tekanan hidrolis pada pipa, dipasang *piezometer* (pengukur tekanan) di penampang kontrol 1 dan 2, sehingga dapat diketahui tinggi tekanan pada penampang kontrol yakni y_1 dan y_2 . Aliran pada saluran terbuka, muka airnya cenderung berubah sesuai waktu dan ruang, demikian pula dengan kedalaman aliran, debit, dan kemiringan dasar tergantung satu sama lain.

Aliran pada saluran tertutup tidak selalu merupakan aliran dibawah tekanan apabila terdapat *free surface* (permukaan bebas). Sehingga dengan demikian sifat/kondisi aliran sama seperti saluran terbuka yang mempunyai permukaan air bebas seperti pipa/saluran

drainase dengan bentuk penampang saluran bulat (lingkaran), gorong-gorong, dan lain-lain.

3.3.3.3 Perhitungan Debit Dan Dimensi Aliran

Rumus umum:

$$Q = A \times V \quad (2.46)$$

Dimana:

Q = Debit aliran (m^3/det).

A = Luas basah penampang saluran (m^2).

V = Kecepatan aliran (m/det).

a. Kecepatan aliran rata-rata

Secara teoritis aliran dapat ditetapkan sebagai berikut:

- Aliran pada saluran terbuka:

$$\text{Rumus Manning} \rightarrow V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (2.47)$$

$$\text{Rumus Strickler} \rightarrow V = k \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (2.48)$$

$$\text{Rumus Chezy} \rightarrow V = C\sqrt{RI} \quad (2.49)$$

$$\rightarrow V = \frac{1}{n} \times R^{1/6} \quad (2.50)$$

- Aliran dibawah tekanan saluran tertutup:

$$\text{Rumus Hazen Williams} \rightarrow V = 0,85 \times R^{0,63} \times I^{0,54} \quad (2.51)$$

Dimana:

n = Koefisien kekasaran dinding dan dasar saluran menurut manning.

k, c = Koefisien kekasaran dinding dan dasar saluran strickler, chezy.

R = Jari – jari hidrolis = A/P (m).

A = Luas basah penampang sluran (m^2).

P = Keliling basah penampang saluran (m).

I = Kemiringan dasar saluran.

Kecepatan aliran rata-rata (V) untuk perencanaan saluran drainase harus memenuhi batas-batas nilai tertentu, yakni

diantara batas kecepatan aliran maksimum dan minimum, disesuaikan dengan bahan saluran (nilai c , n , atau k) dan angkutan sedimennya. Bila kecepatan aliran dibawah batas kecepatan minimum, maka pada saluran akan terjadi pengendapan dan pendangkalan oleh sedimen, tumbuhnya tanaman-tanaman pengganggu (rumput-rumput liar) di dasar saluran, sehingga mengganggu fungsi saluran. Sebaliknya, bila kecepatan aliran diatas batas kecepatan maksimum, akan terjadi erosi (penggerusan) pada dinding dan dasar saluran, terutama bila saluran direncanakan tidak tahan erosi (tanpa perkuatan dinding saluran). Misalnya:

V minimum untuk saluran kecil dari tanah = 0,45 m/det

V minimum untuk saluran besar dari tanah = 0,60-0,90 m/det

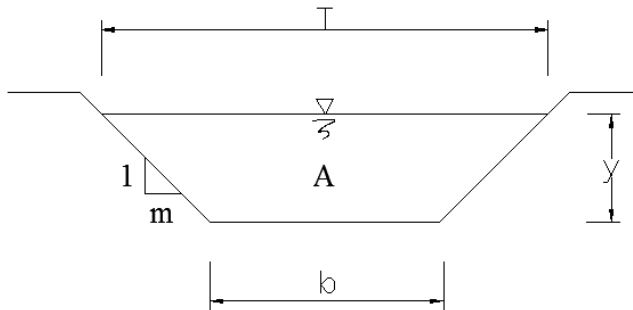
V maksimum untuk saluran dari bahan beton = 4 m/det

b. Kekasaran dinding dan dasar saluran

Bahan saluran (dinding dan dasar) untuk saluran drainase pada umumnya direncanakan dengan atau tanpa perkuatan atau perkerasaan. Misalnya saluran dari tanah, saluran diberi perkuatan/diplengseng, saluran dari bahan beton, pasangan batu, kayu, kaca, dan lain-lain. Masing-masing bahan saluran mempunyai nilai kekasaran yang berbeda, misalnya bahan beton tidak sama dengan kekerasan dari bahan batu, bahan tanah, dan lain-lain. Nilai kekasaran tersebut ditetapkan oleh Manning, Chezy, Strickler, dan lain-lain. Sehingga untuk keperluan perhitungan/perencanaan ditetapkan salah satu dari ketentuan diatas, misalnya koefisien kekasaran Manning (n), Chezy (c), Stricker (k).

3.3.3.4 Unsur geometris dan penampang saluran

a. Penampang Trapesium



Gambar 3. 5 Penampang Trapesium

Dimana:

b = Lebar dasar saluran

y = Tinggi aliran

m = Miring dinding saluran (talud), dinyatakan dalam 1: m

T = Lebar puncak

A = Luas basah (luar trapesium)

P = Keliling basah \rightarrow bagian talud dan dasar yang terkena aliran

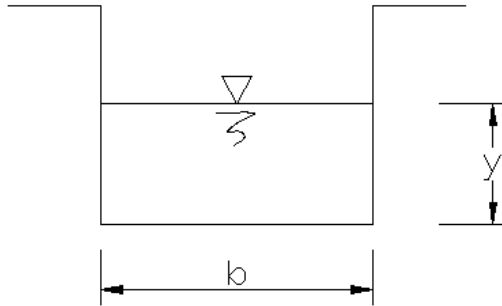
$A =$ Luas basah $\frac{1}{2}(T + b) \rightarrow$ untuk miring talud kiri dan kanan sama (penampang simetris)

Maka ; Luas basah $\rightarrow A = (b + m \cdot y)y$

(2.52)

Keliling basah $\rightarrow P = b + 2 \cdot y \cdot \sqrt{m^2 + 1}$ (2.53)

b. Penampang Segi Empat



Gambar 3. 6 Penampang Segi Empat

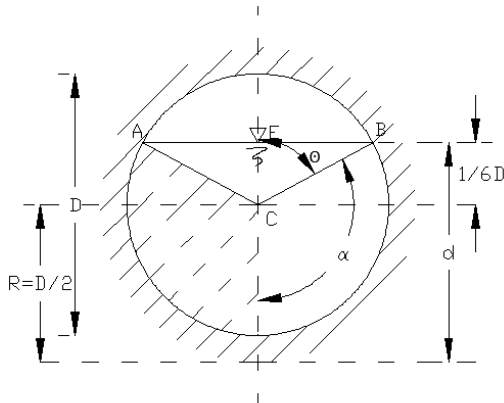
Dimana :

$$m = 0$$

$$A = \text{Luas basah} \rightarrow A = (b + m \cdot y)y = b \cdot y \quad (2.54)$$

$$P = \text{Keliling basah} \rightarrow P = b + 2 \cdot y \cdot \sqrt{m^2 + 1} = b + 2 \cdot y \quad (2.55)$$

c. Penampang Bulat (Lingkaran)



Gambar 3. 7 Penampang Bulat (Lingkaran)

Dimana:

D = Diameter saluran.

R = Jari-jari.

d = Tinggi saluran (kondisi aliran), misalnya kondisi aliran = 60%, $D \rightarrow 0,60D$ atau $d = 2/3 D$.

$$\text{Luas basah} \quad A \rightarrow A = \frac{2\alpha}{360^\circ} \frac{1}{4} \pi D^2 + \frac{1}{2} \overline{AB} \times \overline{EC} \quad (2.56)$$

$$\text{Keliling basah} \quad P \rightarrow P = \frac{2\alpha}{360^\circ} \frac{1}{4} \pi D \quad (2.57)$$

BAB IV

ANALISIS DAN PERHITUNGAN

4.1. Analisis Banjir Rencana

Debit banjir rencana pada umumnya digunakan untuk perencanaan bangunan air yang membutuhkan pembuangan air secepatnya, agar tidak terjadi genangan air yang menimbulkan dampak negatif. Oleh karena itu saluran-saluran drainase sebaiknya direncanakan sesuai dengan debit banjir rencana yang sudah diperhitungkan.

Pada perencanaan ini debit banjir rencana dihitung menggunakan metode Rasional, karena data yang digunakan berdasarkan data curah hujan.

4.1.1. Data tinggi hujan rata rata

Tabel 4. 1 Parameter Yang Digunakan Untuk Menentukan Cara Yang Tepat Untuk Mencari Tinggi Hujan Rata-Rata

| Parameter | Kondisi | Cara yang dapat digunakan |
|----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Jumlah Stasiun Hujan | Cukup | Aljabar, Poligon Thiessen, Isohyet |
| | Terbatas | Rata-rata Aljabar, Poligon Thiessen |
| Luas DAS | >5000 km ² (Besar) | Isohyet |
| | 501-5000 km ² (Sedang) | Poligon Thiessen |
| | <500 km ² (Kecil) | Rata-rata Aljabar |
| Kondisi Topografi | <i>Pegunungan</i> | <i>Poligon Thiessen</i> |
| | <i>Dataran</i> | <i>Aljabar</i> |
| | <i>Berbukit dan tidak beraturan</i> | <i>Isohyet dan Poligon Thiessen</i> |

(Sumber: Suripin, 2004:31-32)

Dari tabel di atas maka perhitungan tinggi hujan haria rata-rata digunakan metode rata-rata aljabar karena hanya satu stasiun hujan yang berpengaruh pada daerah studi yaitu stasiun hujan babat serta luas DAS kurang dari 500 km².

Data tinggi hujan rata-rata menggunakan data hujan harian maksimum setiap tahun. Karena dari studi yang diketahui terdapat hanya satu saja stasiun hujan yang terdekat dan berpengaruh, yaitu Stasiun Hujan Babat.

Data curah hujan selama 25 tahun (1993 – 2017) yang digunakan adalah data curah hujan dari stasiun hujan babat. Adapun data curah hujan harian maksimum dapat dilihat pada tabel 4.2:

Tabel 4. 2 Data Curah Hujan Harian Maks Stasiun Hujan Babat

| No. | Tahun | Tanggal | R (mm) |
|-----|-------|------------|--------|
| 1 | 1993 | 4/8/1993 | 84 |
| 2 | 1994 | 11/4/1994 | 105 |
| 3 | 1995 | 6/16/1995 | 110 |
| 4 | 1996 | 10/8/1996 | 105 |
| 5 | 1997 | 12/22/1997 | 111 |
| 6 | 1998 | 5/17/1998 | 136 |
| 7 | 1999 | 12/23/1999 | 72 |
| 8 | 2000 | 3/31/2000 | 119 |
| 9 | 2001 | 3/19/2001 | 76 |
| 10 | 2002 | 2/17/2002 | 74 |
| 11 | 2003 | 1/31/2003 | 102 |
| 12 | 2004 | 6/11/2004 | 105 |
| 13 | 2005 | 12/13/2005 | 75 |
| 14 | 2006 | 5/1/2006 | 89 |
| 15 | 2007 | 3/8/2007 | 94 |
| 16 | 2008 | 12/10/2008 | 115 |

Tabel 4. 2 Data Curah Hujan Harian Maks Stasiun Hujan Babat (lanjutan)

| No. | Tahun | Tanggal | R (mm) |
|-----|-------|------------|--------|
| 17 | 2009 | 7/23/2009 | 86 |
| 18 | 2010 | 5/15/2010 | 128 |
| 19 | 2011 | 11/19/2011 | 94 |
| 20 | 2012 | 2/4/2012 | 90 |
| 21 | 2013 | 1/5/2013 | 123 |
| 22 | 2014 | 4/12/2014 | 118 |
| 23 | 2015 | 12/15/2015 | 108 |
| 24 | 2016 | 4/5/2016 | 93 |
| 25 | 2017 | 1/5/2017 | 93 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.1.2. Perhitungan parameter statistik

Perhitungan parameter statistik dilakukan untuk menentukan distribusi apa yang digunakan, sebab masing-masing distribusi (Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Gumbel, Distribusi Log Pearson III) memiliki persyaratan yang berbeda, sehingga setiap data hidrologi harus diuji kesesuaiannya dengan persyaratan parameter statistiknya. Pemilihan distribusi yang tidak tepat dapat menyebabkan kesalahan perkiraan yang mungkin cukup besar.

Persyaratan parameter statistik dari masing-masing distribusi

| Distribusi | Persyaratan |
|-----------------|--|
| Normal | $C_s = 0$ $C_k = 3$ |
| Log Normal | $C_s \approx C_v^3 + 3C_v$ $C_k \approx C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$ |
| Gumbel | $C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$ |
| Log Pearson III | Selain Nilai Di atas |

(Sumber: Triatmodjo, 2008:250)

- Dimana setiap parameter statistik tersebut dicari berdasarkan rumus: Nilai rata-rata (*Mean*)

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{n}$$

- Deviasi standart (*Deviation Standart*)

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

- Koefisien Variasi (*Variation Coefficient*)

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{R}}$$

- Koefisien Kemencengan (*Skewness Coefficient*)

$$Cs = \frac{\sum (R - \bar{R})^3 n}{(n-1)(n-2)Sd^3}$$

- Koefisien Ketajaman (*Kurtosis Coefficient*)

$$Ck = \frac{\sum (R - \bar{R})^4 n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4}$$

Data yang digunakan untuk menghitung parameter statistik adalah data curah hujan harian maksimum tahunan dari stasiun hujan Babat yang terdapat pada tabel 4.2. Data curah hujan harian maksimum tersebut dihitung rata-ratanya (\bar{R}). Perhitungan parameter statistik dapat dilihat pada Tabel 4.3:

Tabel 4. 3 Perhitungan Parameter Statistik

| Tahun | R (mm) | \bar{R} | $(R - \bar{R})$ | $(R - \bar{R})^2$ | $(R - \bar{R})^3$ | $(R - \bar{R})^4$ |
|-------|--------|-----------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1993 | 84 | | -16,20 | 262,44 | -4251,53 | 68874,75 |
| 1994 | 105 | | 4,80 | 23,04 | 110,59 | 530,84 |
| 1995 | 110 | | 9,80 | 96,04 | 941,19 | 9223,68 |
| 1996 | 105 | | 4,80 | 23,04 | 110,59 | 530,84 |
| 1997 | 111 | | 10,80 | 116,64 | 1259,71 | 13604,89 |
| 1998 | 136 | 100,20 | 35,80 | 1281,64 | 45882,71 | 1642601,09 |
| 1999 | 72 | | -28,20 | 795,24 | -22425,77 | 632406,66 |
| 2000 | 119 | | 18,80 | 353,44 | 6644,67 | 124919,83 |
| 2001 | 76 | | -24,20 | 585,64 | -14172,49 | 342974,21 |
| 2002 | 74 | | -26,20 | 686,44 | -17984,73 | 471199,87 |
| 2003 | 102 | | 1,80 | 3,24 | 5,83 | 10,50 |

Tabel 4. 3 Perhitungan Parameter Statistik (lanjutan)

| Tahun | R mm) | $(R-\bar{R})$ | $(R-\bar{R})^2$ | $(R-\bar{R})^3$ | $(R-\bar{R})^4$ |
|--------|---------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 2004 | 105 | 4,80 | 23,04 | 110,59 | 530,84 |
| 2005 | 75 | -25,20 | 635,04 | -16003,01 | 403275,80 |
| 2006 | 89 | -11,20 | 125,44 | -1404,93 | 15735,19 |
| 2007 | 94 | -6,20 | 38,44 | -238,33 | 1477,63 |
| 2008 | 115 | 14,80 | 219,04 | 3241,79 | 47978,52 |
| 2009 | 86 | -14,20 | 201,64 | -2863,29 | 40658,69 |
| 2010 | 128 | 27,80 | 772,84 | 21484,95 | 597281,67 |
| 2011 | 94 | -6,20 | 38,44 | -238,33 | 1477,63 |
| 2012 | 90 | -10,20 | 104,04 | -1061,21 | 10824,32 |
| 2013 | 123 | 22,80 | 519,84 | 11852,35 | 270233,63 |
| 2014 | 118 | 17,80 | 316,84 | 5639,75 | 100387,59 |
| 2015 | 108 | 7,80 | 60,84 | 474,55 | 3701,51 |
| 2016 | 93 | -7,20 | 51,84 | -373,25 | 2687,39 |
| 2017 | 93 | -7,20 | 51,84 | -373,25 | 2687,39 |
| Jumlah | 2505,00 | 0,00 | 7386,00 | 16369,20 | 4805814,96 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Perhitungan parameter statistik untuk data tersebut di atas adalah sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{n} = \frac{2505,00}{25} = 100,20$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (R - \bar{R})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{7386,00}{24}} = 17,54$$

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{R}} = \frac{17,54}{100,20} = 0,175$$

$$Cs = \frac{\sum (R - \bar{R})^3 n}{(n-1)(n-2)Sd^3} = \frac{16369,20 \times 25}{(25-1)(25-2) \times 17,54^3} = 0,137$$

$$Ck = \frac{\sum (R - \bar{R})^4 n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} = \frac{4805814,96 \times 25^2}{(25-1)(25-2)(25-3) \times 17,54^4} = 2,611$$

Perhitungan sifat parameter statistik distribusi Log Normal:

$$\begin{aligned} Cs &= C_v^3 + 3 C_v \\ &= 0,175^3 + 3 \times 0,175 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,531 \\
 Ck &= C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 \\
 &= 0,175^8 + 6 \times 0,175^6 + 15 \times 0,175^4 + 16 \times 0,175^2 + 3 \\
 &= 3,505
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan awal parameter statistik dapat dilihat pada tabel 4.4:

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Awal Parameter Statistik

| No | Jenis Distribusi | Syarat | Hasil | Keterangan |
|----|---------------------------------|--|--------------------------------|---------------|
| 1 | Distribusi Normal | $C_s = 0$ $C_k = 3$ | $C_s = 0,137$ $C_k = 2,611$ | Tidak Dipilih |
| 2 | Distribusi Log Normal | $C_s = C_v^3 + 3C_v = 0,531$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 3,505$ | $C_s = 0,137$ $C_k = 2,611$ | Tidak Dipilih |
| 3 | Distribusi Gumbel Tipe 1 | $C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$ | $C_s = 0,137$ $C_k = 2,611$ | Tidak Dipilih |
| 4 | Distribusi Log Pearson Tipe III | C_s $C_k =$ bebas | bebas | Dipilih |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Berdasarkan dari hasil perhitungan parameter statistik di atas maka metode distribusi yang sesuai adalah Log Pearson Tipe III.

4.1.3. Uji distribusi frekuensi

Untuk menentukan kecocokan distribusi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan/mewakili distribusi frekuensi diperlukan pengujian parameter. Pengujian parameter yang akan disajikan adalah:

- Chi-Kuadrat
- Smirnov-Kolmogorov

a. Uji Chi-Kuadrat Metode Distribusi Log Pearson III

Pada metode distribusi Log Pearson III sebelum dilakukan uji Chi-Kuadrat dilakukan perhitungan parameter metode distribusi Log Pearson III terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai $\text{Log}\bar{R}$, $\text{Sd}\overline{\text{Log}}\bar{R}$, C_v , dan C_s .

Perhitungan parameter metode distribusi Log Pearson III disajikan pada tabel 4.5:

Tabel 4. 5 Perhitungan Parameter Metode Distribusi Log Pearson III

| No | Tahun | R (mm) | $\text{Log Ri}-\bar{R}$ | $(\text{LogRi}-\text{Log}\bar{R})$ | $(\text{LogRi}-\text{Log}\bar{R})^2$ | $(\text{LogRi}-\text{Log}\bar{R})^3$ |
|----|-------|--------|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 1993 | 84 | 1,924279 | -0,07009 | 0,00491 | -0,00034 |
| 2 | 1994 | 105 | 2,021189 | 0,02682 | 0,00072 | 0,00002 |
| 3 | 1995 | 110 | 2,041393 | 0,04703 | 0,00221 | 0,00010 |
| 4 | 1996 | 105 | 2,021189 | 0,02682 | 0,00072 | 0,00002 |
| 5 | 1997 | 111 | 2,045323 | 0,05096 | 0,00260 | 0,00013 |
| 6 | 1998 | 136 | 2,133539 | 0,13917 | 0,01937 | 0,00270 |
| 7 | 1999 | 72 | 1,857332 | -0,13703 | 0,01878 | -0,00257 |
| 8 | 2000 | 119 | 2,075547 | 0,08118 | 0,00659 | 0,00054 |
| 9 | 2001 | 76 | 1,880814 | -0,11355 | 0,01289 | -0,00146 |
| 10 | 2002 | 74 | 1,869232 | -0,12513 | 0,01566 | -0,00196 |
| 11 | 2003 | 102 | 2,0086 | 0,01423 | 0,00020 | 0,00000 |
| 12 | 2004 | 105 | 2,021189 | 0,02682 | 0,00072 | 0,00002 |
| 13 | 2005 | 75 | 1,875061 | -0,11931 | 0,01423 | -0,00170 |
| 14 | 2006 | 89 | 1,94939 | -0,04498 | 0,00202 | -0,00009 |
| 15 | 2007 | 94 | 1,973128 | -0,02124 | 0,00045 | -0,00001 |
| 16 | 2008 | 115 | 2,060698 | 0,06633 | 0,00440 | 0,00029 |
| 17 | 2009 | 86 | 1,934498 | -0,05987 | 0,00358 | -0,00021 |
| 18 | 2010 | 128 | 2,10721 | 0,11284 | 0,01273 | 0,00144 |
| 19 | 2011 | 94 | 1,973128 | -0,02124 | 0,00045 | -0,00001 |
| 20 | 2012 | 90 | 1,954243 | -0,04012 | 0,00161 | -0,00006 |
| 21 | 2013 | 123 | 2,089905 | 0,09554 | 0,00913 | 0,00087 |

Tabel 4. 5 Perhitungan Parameter Metode Distribusi Log Pearson III (lanjutan)

| No. | Tahun | R (mm) | Log Ri- \bar{R} | (LogRi- Log \bar{R}) | (LogRi- Log \bar{R}) ² | (LogRi- Log \bar{R}) ³ |
|-----|---------------|--------|-------------------|----------------------------|---|---|
| 22 | 2014 | 118 | 2,071882 | 0,07752 | 0,00601 | 0,00047 |
| 23 | 2015 | 108 | 2,033424 | 0,03906 | 0,00153 | 0,00006 |
| 24 | 2016 | 93 | 1,968483 | -0,02588 | 0,00067 | -0,00002 |
| 25 | 2017 | 93 | 1,968483 | -0,02588 | 0,00067 | -0,00002 |
| | Jumlah | 992,00 | 49,85916 | 0,00 | 0,14286 | -0,00181 |
| | Rata-rata (X) | 99,20 | 1,99437 | 0,00 | 0,00571 | -0,00007 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Perhitungan parameter statistik data di atas adalah:

$$\overline{\text{LogR}} = \frac{\sum \text{LogR}}{n} = \frac{49,859}{25} = 1,994$$

$$\text{Sd}\overline{\text{LogR}} = \sqrt{\frac{\sum(\text{LogR} - \overline{\text{LogR}})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,143}{24}} = 0,077$$

$$\text{Cv} = \frac{\text{Sd}\overline{\text{LogR}}}{\overline{\text{LogR}}} = \frac{0,07}{1,99} = 0,038$$

$$\text{Cs} = \frac{\sum(\text{LogR} - \overline{\text{LogR}})^3 \times n}{(n-1)(n-2)(\text{Sd}\overline{\text{LogR}})^3} = \frac{(-0,00007) \times 25}{(25-1)(25-2)(-0,07)^3} = -0,17$$

Sebelum menentukan persamaan distribusi Log Pearson III apakah dapat digunakan, maka yang harus dilakukan adalah menghitung curah hujan dengan periode ulang tertentu dengan menggunakan persamaan:

$$\text{LogR} = \overline{\text{LogR}} + K \times \text{Sd}\overline{\text{LogR}}$$

Faktor frekuensi untuk distribusi Log Pearson III (K) didapat dari tabel 2.5. (Nilai K Distribusi Log Pearson III), yang digunakan berdasar koefisien kemencengan (Cs) terhadap peluang interval pada masing-masing group. Apabila nilai K tidak ditemukan pada tabel faktor frekuensi untuk distribusi Log Pearson III, maka nilai K dapat dihitung dengan cara interpolasi.

Perhitungan curah hujan periode ulang t untuk distribusi Log Pearson III berdasar perhitungan pada tabel 4.4. diperoleh harga pada tabel 4.6:

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan K, Log R Distribusi Log Pearson III

| Peluang | K | Log R |
|---------|-------|-------|
| 0,8 | -0,83 | 1,93 |
| 0,6 | 0,03 | 1,99 |
| 0,4 | 0,85 | 2,06 |
| 0,2 | 1,26 | 2,09 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Persamaan distribusi di atas:

$$\text{LogR} = \overline{\text{LogR}} + K \times \text{Sd}\overline{\text{LogR}}$$

$$\text{LogR} = 1,99 + K \times 0,077$$

Contoh perhitungan pada peluang 0,8:

$$\text{LogR} = \overline{\text{LogR}} + K \times \text{Sd}\overline{\text{LogR}}$$

$$\text{LogR} = 1,99 + K \times 0,077$$

$$\text{LogR} = 1,99 + (-0,83) \times 0,077$$

$$\text{LogR} = 1,93$$

Setelah Log R didapat, maka nilai Log R diposisikan sesuai dengan interval sub kelompok kemudian dilakukan pendataan O_i dan E_i . Hasil uji Chi-Kuadrat pada distribusi Log Pearson III dapat dilihat pada tabel 4.7:

Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Pada Distribusi Log Pearson III

| Kemungkinan | Ei | Oi | (Oi - Ei) | (Oi - Ei) ² /Ei |
|----------------------|----|----|-----------|----------------------------|
| $R \leq 1,93$ | 5 | 5 | 0 | 0,00 |
| $1,93 < R \leq 1,99$ | 5 | 7 | 2 | 0,80 |
| $1,99 < R \leq 2,06$ | 5 | 1 | -4 | 3,20 |
| $2,06 < R \leq 2,09$ | 5 | 6 | 1 | 0,20 |
| $2,09 < R$ | 5 | 6 | 1 | 0,20 |
| Jumlah | 25 | 25 | 0 | 4,40 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Contoh perhitungan:

| | |
|--------------------------|--|
| Ei | = n/G = $25/5 = 5$ |
| Sub Kelompok (G) | = $1+1,33 \ln n$ = $1+1,33 \ln (25)$ = $5,28 = 5$ |
| Derajat Kebebasan (Dk) | = $G - R - 1$ = 2 |
| R | = 2 (nilai R=2, untuk distribusi normal dan binominal dan nilai R=1, untuk distribusi Poisson) |
| Nilai Chi-Kuadrat Hitung | = 4,40 |
| Derajat Signifikan Alpha | = 5% |
| Tingkat Kepercayaan | = 95% |
| Chi Teoritis | = 5,991 (Lihat Distribui Chi – Square) |

Dari perhitungan di atas dapat diketahui apabila nilai Chi Kuadrat hitung = 4,40 dan Chi Teoritis = 5,99. Sehingga Chi Kuadrat lebih kecil dari Chi Teoritis dan distribusi Log Pearson III dapat digunakan dalam perhitungan

b. Uji Smirnov-Kolmogorov Metode Distribusi Log Pearson III

Uji Smirnov-Kolmogorov dilakukan dengan tujuan untuk menyaring metode distribusi yang lolos dari uji kesesuaian distribusi frekuensi metode Chi-Kuadrat. Prosedur perhitungan uji Smirnov-Kolmogorov dapat dilihat pada tinjauan pustaka.

Contoh perhitungan:

$$\text{LogR} = 2,13$$

$$\overline{\text{LogR}} = 1,993$$

$$\text{SdLogR} = 0,77$$

$$P(R) = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{25+1} = 0,038$$

$$P(R<) = 1 - P(R) = 1 - 0,038 = 0,962$$

$$F(t) = \frac{\text{LogR} - \overline{\text{LogR}}}{\text{SdLogR}} = \frac{2,13 - 1,993}{0,0777} = 1,81$$

$$P'(R) = 1 - 0,965 = 0,035 \text{ (Didapatkan dari tabel wilayah luas dibawah kurva normal, tabel dapat di lihat pada lampiran)}$$

$$P'(R<) = 1 - P'(R) = 1 - 0,035 = 0,965$$

$$D = P'(R<) - P(R<) = 0,965 - 0,962 = 0,003$$

Perhitungan uji Smirnov-Kolmogorov distribusi Log Pearson III disajikan pada tabel 4.8, (Pada table 4.8 1' yang dimaksud adalah angka 1 bukan kolom 1):

Tabel 4. 8 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov Metode Distribusi Log Pearson III

| M | Log Xi | (LogXi-LogX) | P(xi)=m/(n+1) | P(xi<) | f(t)=(log xi-log x) / sd log x | P'(xi) | P'(xi<) | D | |
|----|--------|--------------|---------------|-----------------------|-----------------------------------|--------|-----------------------|---------|--------------|
| 1 | 2 | | 3 | 4 = nilai 1 - kolom 3 | 5 | 6 | 7 = nilai 1 - kolom 6 | 8 = 7-4 | |
| 1 | 2,13 | 0,14085 | 0,038 | 0,962 | 1,81 | 0,035 | 0,965 | 0,003 | |
| 2 | 2,11 | 0,11452 | 0,077 | 0,923 | 1,47 | 0,071 | 0,929 | 0,006 | |
| 3 | 2,09 | 0,09722 | 0,115 | 0,885 | 1,25 | 0,106 | 0,894 | 0,010 | |
| 4 | 2,08 | 0,08286 | 0,154 | 0,846 | 1,07 | 0,142 | 0,858 | 0,012 | |
| 5 | 2,07 | 0,07919 | 0,192 | 0,808 | 1,02 | 0,154 | 0,846 | 0,038 | |
| 6 | 2,06 | 0,06801 | 0,231 | 0,769 | 0,87 | 0,192 | 0,808 | 0,039 | |
| 7 | 2,05 | 0,05263 | 0,269 | 0,731 | 0,68 | 0,248 | 0,752 | 0,021 | |
| 8 | 2,03 | 0,04074 | 0,308 | 0,692 | 0,52 | 0,302 | 0,699 | 0,006 | |
| 9 | 2,03 | 0,04074 | 0,346 | 0,654 | 0,52 | 0,302 | 0,699 | 0,045 | |
| 10 | 2,02 | 0,02850 | 0,385 | 0,615 | 0,37 | 0,356 | 0,644 | 0,029 | |
| 11 | 2,02 | 0,02850 | 0,423 | 0,577 | 0,37 | 0,356 | 0,644 | 0,067 | |
| 12 | 2,02 | 0,02850 | 0,462 | 0,538 | 0,37 | 0,356 | 0,644 | 0,106 | |
| 13 | 2,01 | 0,01591 | 0,500 | 0,500 | 0,20 | 0,421 | 0,579 | 0,079 | |
| 14 | 1,97 | -0,01956 | 0,538 | 0,462 | -0,25 | 0,599 | 0,401 | -0,060 | |
| 15 | 1,97 | -0,01956 | 0,577 | 0,423 | -0,25 | 0,599 | 0,401 | -0,022 | |
| 16 | 1,97 | -0,02421 | 0,615 | 0,385 | -0,31 | 0,622 | 0,378 | -0,006 | |
| 17 | 1,95 | -0,03845 | 0,654 | 0,346 | -0,49 | 0,688 | 0,312 | -0,034 | |
| 18 | 1,95 | -0,04330 | 0,692 | 0,308 | -0,56 | 0,712 | 0,288 | -0,020 | |
| 19 | 1,93 | -0,05819 | 0,731 | 0,269 | -0,75 | 0,773 | 0,227 | -0,043 | |
| 20 | 1,93 | -0,05819 | 0,769 | 0,231 | -0,75 | 0,773 | 0,227 | -0,004 | |
| 21 | 1,92 | -0,06841 | 0,808 | 0,192 | -0,88 | 0,811 | 0,189 | -0,003 | |
| 22 | 1,88 | -0,11187 | 0,846 | 0,154 | -1,44 | 0,925 | 0,075 | -0,079 | |
| 23 | 1,88 | -0,11763 | 0,885 | 0,115 | -1,51 | 0,935 | 0,066 | -0,050 | Dmax = 0,106 |
| 24 | 1,87 | -0,12346 | 0,923 | 0,077 | -1,59 | 0,944 | 0,056 | -0,021 | N = 25,00 |
| 25 | 1,86 | -0,13536 | 0,962 | 0,038 | -1,74 | 0,959 | 0,041 | 0,002 | A = 0,050 |

Dari perhitungan di atas didapatkan D maksimum = 0,106.

Sedangkan harga D_0 adalah : $D_0 = \frac{1,36}{\sqrt{N}} = \frac{1,36}{\sqrt{25}} = 0,27$

Karena $D_{max} < D_0 \rightarrow 0,106 < 0,27$, maka Distribusi Log Pearson III dapat digunakan.

4.1.4. Perhitungan hujan rencana

Hujan rencana adalah curah hujan terbesar tahunan di suatu daerah dengan peluang yang mungkin terjadi. Perhitungan curah hujan rencana dilakukan menggunakan Metode Distribusi Log Perason III dikarenakan hasil uji distribusi dan uji kecocokan lolos dengan Metode Distribusi Log Pearson. Perhitungan curah hujan rencana yang dilakukan adalah pada periode ulang 2, 5 dan 10 tahun. Berdasarkan perhitungan Metode Distribusi Log Pearson III diperoleh nilai:

$$\begin{aligned}\overline{\text{LogR}} &= 1,99 \\ \text{Sd}\overline{\text{LogR}} &= 0,077 \\ C_s &= -0,2\end{aligned}$$

- Untuk T = 2 tahun

$$\begin{aligned}K &= 0,033 \\ \text{Log } R_2 &= \overline{\text{LogR}} + (K \cdot \text{Sd}) \\ &= 1,994 + (0,033 \cdot 0,077) \\ &= 1,997 \\ R_{t_2} &= 10^{\overline{\text{LogR}_2}} \\ &= 10^{1,99} = 99,29\end{aligned}$$

- Untuk T = 5 tahun

$$\begin{aligned}K &= 0,850 \\ \text{Log } R_2 &= \overline{\text{LogR}} + (K \cdot \text{Sd}) \\ &= 1,994 + (0,85 \cdot 0,077) \\ &= 2,059 \\ R_{t_2} &= 10^{\overline{\text{LogR}_2}}\end{aligned}$$

$$= 10^{2,06} = 114,80$$

- Untuk T = 10 tahun

$$K = 1,258$$

$$\text{Log } R_2 = \overline{\text{Log}R} + (K \cdot \text{Sd})$$

$$= 1,994 + (1,258 \cdot 0,077)$$

$$= 2,09$$

$$R_{t_2} = 10^{\overline{\text{Log}R_2}}$$

$$= 10^{2,09} = 123,43$$

Dari perhitungan diatas dapat dilihat pada tabel 4.9:

Tabel 4. 8Perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum

| Periode Ulang | Curah Hujan Rata-rata | Standart Deviasi | Faktor Distribusi | Hujan Harian Maksimum | Hujan Harian Maksimum |
|---------------|----------------------------|------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|
| (T) | $(\overline{\text{Log}R})$ | (Sd) | (K) | (LogR) | (R _t) |
| 2 | 1,994 | 0,077 | 0,033 | 1,997 | 99,29 |
| 5 | 1,994 | 0,077 | 0,85 | 2,059 | 114,80 |
| 10 | 1,994 | 0,077 | 1,258 | 2,09 | 123,43 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.1.5. Analisis waktu kosentrasi

Waktu konsentrasi DAS adalah waktu yang diperlukan oleh butiran air untuk bergerak dari titik jatuh pada daerah pengaliran ke titik tinjauan. Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus:

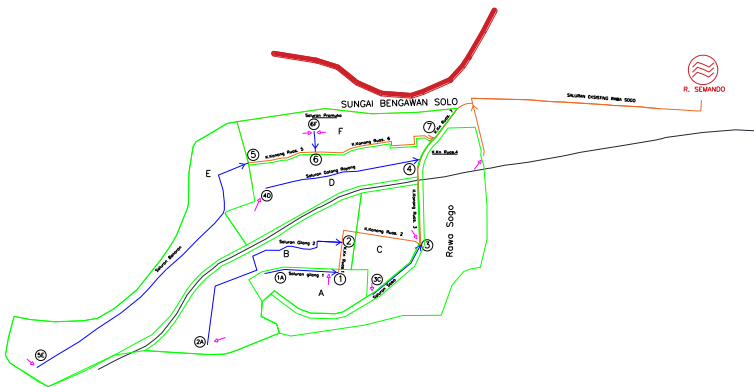
$$T_c = T_0 + T_f$$

Dengan:

T_c =Waktu konsentrasi (jam)

T_f =Waktu yang diperlukan air untuk mengalir di sepanjang *channel flowing* (jam)

T_0 =Waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir di permukaan hinga mencapai outlet (jam)



Gambar 4. 1 titik kontrol saluran

Pada gambar 4.1 merupakan gambar titik kontrol saluran untuk menghitung analisis waktu konsentrasi, untuk gambar lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran gambar ke-2. Perhitungan waktu konsentrasi pada saluran kali Konang adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan T_f

Perhitungan T_f menggunakan persamaan 2.34. Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan T_f pada saluran sekunder Saluran Gilang 1. Perhitungan T_f saluran tersier dapat dilihat pada tabel 4.10, perhitungan T_f pada saluran sekunder dapat dilihat pada tabel 4.8

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

Dengan:

L = Panjang saluran (m)

$$\begin{aligned} V &= 72 \left(\frac{\Delta H}{L} \right)^{0.6} \\ &= 72 \left(\frac{0,188 \text{ m}}{442,67 \text{ m}} \right)^{0.6} \\ &= 0,683 \text{ m/det} \end{aligned}$$

$$T_f = \frac{442,67 \text{ m}}{0,683/\text{det}} = 0,180 \text{ jam}$$

Tabel 4. 8 Perhitungan T_f Tersier

| No | Nama Saluran | L (m) | V (m/det) | T_f (jam) |
|----|-----------------------|----------|--------------|----------------|
| 1 | Saluran Gilang 1 | 442,67 | 0,683 | 0,180 |
| 2 | Saluran Gilang 2 | 1231,3 | 0,805 | 0,425 |
| 3 | Saluran Sawo | 399,62 | 0,840 | 0,132 |
| 4 | Saluran Gotong Royong | 960,11 | 0,509 | 0,524 |
| 5 | Saluran Banaran | 1789,6 | 1,101 | 0,452 |
| 6 | Saluran Pramuka | 132,04 | 0,436 | 0,084 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 9 Perhitungan T_f Sekunder

| No | Nama Saluran | L (m) | V (m/det) | T_f (jam) |
|----|---------------------|----------|--------------|----------------|
| 1 | Kali Konang Ruas. 1 | 171,7 | 0,998 | 0,048 |
| 2 | Kali Konang Ruas. 2 | 518,29 | 0,998 | 0,144 |
| 3 | Kali Konang Ruas. 3 | 487,3 | 0,998 | 0,136 |
| 4 | Kali Konang Ruas. 4 | 154,79 | 0,998 | 0,043 |
| 5 | Kali Konang Ruas. 5 | 388,89 | 0,998 | 0,108 |
| 6 | Kali Konang Ruas. 6 | 777,11 | 0,998 | 0,216 |
| 7 | Kali Konang Ruas. 7 | 296,8 | 0,998 | 0,083 |
| 8 | Kali Konang Ruas. 8 | 1105,3 | 0,998 | 0,197 |

b. Perhitungan T_0

Perhitungan T_0 menggunakan rumus Kirpich pada persamaan 2.30, berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan T_0 pada lahan A.

$$\begin{aligned} T_0 &= 0,0195 \left(\frac{L_0}{\sqrt{I_0}} \right)^{0,77} \\ &= 0,0195 \left(\frac{235,21}{\sqrt{0,0004}} \right)^{0,77} \\ &= 25,95 \text{ menit} \\ &= 0,432 \text{ jam} \end{aligned}$$

Dengan:

L_0 = Jarak titik terjauh lahan terhadap sistem saluran yang ditinjau

I_0 = Kemiringan rata-rata permukaan tanah ke saluran yang Ditinjau

c. Perhitungan T_c

Contoh perhitungan waktu konsentrasi (T_c) pada lahan A.

$$\begin{aligned} T_c &= T_0 + T_f \\ &= 0,432 \text{ jam} + 0,180 \text{ jam} \\ &= 0,612 \text{ jam} \end{aligned}$$

Tabel 4. 10 Perhitungan T_c Pada Tersier Lahan A

| Titik Kontrol | Lahan | L_0 (m) | I_0 | T_0 | T_f | T_c |
|---------------|-------|-----------|--------|-------|-------|-------|
| 1.A | A | 235,21 | 0,0004 | 0,432 | | 0,432 |
| 1 | A | | | 0,432 | 0,180 | 0,612 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 11 Perhitungan T_c pada Tersier Lahan B

| Titik Kontrol | Lahan | L_0 (m) | I_0 | T_0 | T_f | T_c |
|---------------|-------|-----------|--------|-------|-------|-------|
| 2.B | B | 411,64 | 0,0006 | 0,599 | | 0,599 |
| 2 | B | | | 0,599 | 0,425 | 1,024 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 12 Perhitungan T_c pada Tersier Lahan C

| Titik Kontrol | Lahan | L_0 (m) | I_0 | T_0 | T_f | T_c |
|---------------|-------|-----------|--------|-------|-------|-------|
| 3.C | C | 333,40 | 0,0006 | 0,495 | | 0,495 |
| 3 | C | | | 0,495 | 0,132 | 0,628 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 13 Perhitungan T_c pada Tersier Lahan D

| Titik Kontrol | Lahan | L_0 (m) | I_0 | T_0 | T_f | T_c |
|---------------|-------|-----------|--------|-------|-------|-------|
| 4.D | D | 383,6 | 0,0003 | 0,761 | | 0,761 |
| 4 | D | | | 0,761 | 0,524 | 1,284 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 14 Perhitungan T_c pada Tersier Lahan E

| Titik Kontrol | Lahan | L_0 (m) | I_0 | T_0 | T_f | T_c |
|---------------|-------|-----------|--------|-------|-------|-------|
| 5.E | E | 318,5 | 0,0009 | 0,402 | | 0,402 |
| 5 | E | | | 0,402 | 0,452 | 0,854 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 15 Perhitungan T_c pada Tersier Lahan F

| Titik Kontrol | Lahan | L_0 (m) | I_0 | T_0 | T_f | T_c |
|---------------|-------|-----------|--------|-------|-------|-------|
| 6.F | F | 746,59 | 0,0002 | 1,404 | | 1,404 |
| 6 | F | | | 1,404 | 0,084 | 1,489 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 16 Perhitungan T_c Maksimum

| Titik Kontrol | Lahan | T_0 | T_f | T_c | Ket |
|---------------|-----------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | A | 0,612 | | 0,612 | Tc maks 1 |
| 2 | Tc maks 1 | 0,612 | 0,048 | 0,660 | |
| | B | 1,024 | | 1,024 | Tc maks 2 |
| 3 | Tc maks 2 | 1,024 | 0,144 | 1,168 | Tc maks 3 |
| | C | 0,628 | | 0,628 | |
| 4 | Tc maks 3 | 1,168 | 0,136 | 1,304 | |
| | D | 1,284 | | 1,284 | Tc maks 4 |
| 5 | E | 0,854 | | 0,854 | Tc maks 5 |
| 6 | Tc maks 5 | 0,854 | 0,108 | 0,962 | |
| | F | 1,489 | | 1,489 | Tc maks 6 |
| 7 | Tc maks 4 | 1,284 | 0,043 | 1,327 | |
| | Tc maks 6 | 1,489 | 0,216 | 1,705 | Tc maks 7 |
| 8 | Tc maks 7 | 1,705 | 0,083 | 1,787 | |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.1.6. Perhitungan intensitas curah hujan (I)

Dari peta jaringan dapat diketahui data dari setiap saluran. Dari hasil perhitungan curah hujan rencana dapat diketahui besarnya intensitas curah hujan periode ulang 2, 5 dan 10 tahun dengan menggunakan rumus Mononobe, yaitu:

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{T_c} \right]^{2/3}$$

Dengan:

I_t = Intensitas hujan dalam 1 jam (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan efektif dalam 1 jam

T = Waktu konsentrasi

Contoh perhitungan intensitas curah hujan periode ulang 5 tahun di saluran Gilang 1. Perhitungan intensitas curah hujan lainnya dapat dilihat pada tabel 4.19

$$\begin{aligned} I_t &= \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{T_c} \right]^{2/3} \\ &= \frac{114,80 \text{ mm}}{24} \left[\frac{24}{0,432 \text{ jam}} \right]^{2/3} \\ &= 69,60 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Tabel 4. 17 perhitungan curah hujan

| No | Nama Saluran | Jenis Saluran | T _c (jam) | R2 (mm) | R5 (mm) | R10 (mm) | I (mm/jam) | | |
|----|-----------------------|---------------|-------------------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|
| | | | | | | | 2 Tahun | 5 Tahun | 10 Tahun |
| 1 | Saluran Gilang 1 | Tersier | 0,432 | | | | 60,196 | 69,598 | 74,830 |
| 2 | Kali Konang Ruas. 1 | Sekunder | 0,612 | | | | 47,730 | 55,186 | 59,335 |
| 3 | Saluran Gilang 2 | Tersier | 0,599 | | | | 48,445 | 56,012 | 60,223 |
| 4 | Kali Konang Ruas. 2 | Sekunder | 1,024 | | | | 33,883 | 39,176 | 42,121 |
| 5 | Saluran Sawo | Tersier | 0,495 | | | | 54,975 | 63,562 | 68,341 |
| 6 | Kali Konang Ruas. 3 | Sekunder | 1,168 | | | | 31,033 | 35,881 | 38,578 |
| 7 | Saluran Gotong Royong | Tersier | 0,761 | 99,292 | 114,801 | 123,431 | 41,305 | 47,757 | 51,347 |
| 8 | Kali Konang Ruas. 4 | Sekunder | 1,284 | | | | 29,132 | 33,683 | 36,215 |
| 9 | Saluran Banaran | Tersier | 0,402 | | | | 63,191 | 73,061 | 78,553 |
| 10 | Kali Konang Ruas. 5 | Sekunder | 0,854 | | | | 38,253 | 44,228 | 47,553 |
| 11 | Saluran Pramuka | Tersier | 1,404 | | | | 27,448 | 31,735 | 34,121 |
| 12 | Kali Konang Ruas. 6 | Sekunder | 1,489 | | | | 26,403 | 30,527 | 32,822 |
| 13 | Kali Konang Ruas. 7 | Sekunder | 1,705 | | | | 24,120 | 27,888 | 29,984 |
| 17 | Kali Konang Ruas. 8 | Sekunder | 1,787 | | | | 23,371 | 27,022 | 29,053 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.1.7. Perhitungan Debit Rencana (Metode Rasional)

Dengan menggunakan metode Rasional perhitungan debit banjir rencana seperti persamaan 2.32, dari data yang telah diperoleh diatas maka dapat dihitung debit banjir rencananya.

Sebagai contoh perhitungan debit banjir rencana metode rasional Saluran Gilang 1

Diketahui:

$\beta = 1$, berdasarkan Tabel 2.11 Koefisien Penyebaran Hujan (β), dengan luas DAS 0-4 km² maka $\beta = 1$

Ruas 4

$$\begin{aligned} C_{gab} &= 0,555 \\ I_2 &= 60,20 \text{ mm/jam} \\ I_5 &= 69,60 \text{ mm/jam} \\ I_{10} &= 74,83 \text{ mm/jam} \\ A &= 0,123 \text{ km}^2 \end{aligned}$$

Debit banjir rencana

$$\begin{aligned} Q &= \frac{1}{3,6} \times \beta \times C_{gab} \times I_t \times A \\ Q_2 &= \frac{1}{3,6} \times 1 \times 0,555 \times 60,20 \times 0,123 \\ Q_2 &= 1.141 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan berikutnya bisa dilihat pada tabel 4.20:

Tabel 4. 18 Debit Banjir Rencana

| Nama Saluran | Jenis Saluran | β | I (mm/jam) | | | Cgab | A (Km ²) | Qrencana (m ³ /det) |
|-----------------------|---------------|---------|------------|---------|----------|-------|----------------------|--------------------------------|
| | | | 2 Tahun | 5 Tahun | 10 Tahun | | | |
| Saluran Gilang 1 | Tersier | 1 | 60,20 | 69,60 | 74,83 | 0,555 | 0,123 | 1,1409 |
| Kali Konang Ruas. 1 | Sekunder | 1 | 47,73 | 55,19 | 59,33 | 0,555 | 0,123 | 1,0459 |
| Saluran Gilang 2 | Tersier | 1 | 48,45 | 56,01 | 60,22 | 0,530 | 0,383 | 2,7309 |
| Kali Konang Ruas. 2 | Sekunder | 1 | 33,88 | 39,18 | 42,12 | 0,536 | 0,506 | 2,9508 |
| Saluran Sawo | Tersier | 1 | 54,98 | 63,56 | 68,34 | 0,495 | 0,171 | 1,2939 |
| Kali Konang Ruas. 3 | Sekunder | 1 | 31,03 | 35,88 | 38,58 | 0,526 | 0,677 | 3,5471 |
| Saluran Gotong Royong | Tersier | 1 | 41,30 | 47,76 | 51,35 | 0,555 | 0,285 | 1,8149 |
| Kali Konang Ruas. 4 | Sekunder | 1 | 29,13 | 33,68 | 36,21 | 0,534 | 0,962 | 4,8098 |
| Saluran Banaran | Tersier | 1 | 63,19 | 73,06 | 78,55 | 0,620 | 0,564 | 6,1337 |
| Kali Konang Ruas. 5 | Sekunder | 1 | 38,25 | 44,23 | 47,55 | 0,620 | 0,564 | 4,2931 |
| Saluran Pramuka | Tersier | 1 | 27,45 | 31,74 | 34,12 | 0,590 | 0,257 | 1,1577 |
| Kali Konang Ruas. 6 | Sekunder | 1 | 26,40 | 30,53 | 32,82 | 0,611 | 0,821 | 4,2507 |
| Kali Konang Ruas. 7 | Sekunder | 1 | 24,12 | 27,89 | 29,98 | 0,581 | 1,783 | 8,6291 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.1.8. Distribusi Curah Hujan Rencana Efektif

Pada perhitungan perencanaan dibutuhkan debit jam-jaman. Metode yang digunakan untuk memperoleh debit jam-jaman adalah metode Unit Hidrograf. Sehingga perumusan perhitungan rata-rata sampai jam ke-t menggunakan hujan terpusatnya adalah selama 5 jam. Adapun perumusannya sebagai berikut:

$$R_t = \frac{R_{24}}{T} \left(\frac{T}{t}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$R't = t \times R_t - (t - 1) R_{(t-1)}$$

Keterangan:

R_t = Rata tinggi hujan dari permulaan sampai jam ke t (mm)

R_{24} = Tinggi hujan harian dalam 24 jam (mm)

t = Waktu hujan (jam)

T = Lama waktu hujan waktu terpusat (jam)

$R't$ = Tinggi hujan rata-rata pada jam t (mm)

$R_{(t-1)}$ = Rata2 tinggi hujan dari permulaan sampai jam ke t

Perhitungan tingi hujan efektif, menggunakan rumus berikut:

$$R_e = C \times R_i$$

Keterangan:

R_e = Tinggi hujan efektif (mm)

R_i = Tinggi hujan rencana (mm)

C = Koefisien pengaliran rata-rata

Hujan terpusat selama 5 jam

$$R_t = \frac{R_{24}}{T} \left(\frac{5}{1}\right)^{2/3} = 0,585 R_{24}$$

$$R_t = \frac{R_{24}}{T} \left(\frac{5}{2}\right)^{2/3} = 0,368 R_{24}$$

$$R_t = \frac{R_{24}}{T} \left(\frac{5}{3}\right)^{2/3} = 0,281 R_{24}$$

$$R_t = \frac{R_{24}}{T} \left(\frac{5}{4}\right)^{2/3} = 0,232 R_{24}$$

$$R_t = \frac{R_{24}}{T} \left(\frac{5}{5}\right)^{2/3} = 0,200 R_{24}$$

Berdasarkan pengamatan maka curah hujan jam ke-t, dapat ditabelkan sebagai pada tabel 4.21:

Tabel 4. 19 Rata-Rata Hujan Harian Sampai Jam Ke-T

| No. | T (jam) | R _t (min) |
|-----|------------|-------------------------|
| 1 | 1 | 0,585 |
| 2 | 2 | 0,368 |
| 3 | 3 | 0,281 |
| 4 | 4 | 0,232 |
| 5 | 5 | 0,200 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Distribusi hujannya sebagai berikut:

$$R_t = R_{t_1} = 0,585 R_{24}$$

$$R_{t_2} = 2R_{t_2} - 1R_{t_1} = 0,152 R_{24}$$

$$R_{t_3} = 2R_{t_3} - 1R_{t_2} = 0,107 R_{24}$$

$$R_{t_4} = 2R_{t_4} - 1R_{t_3} = 0,085 R_{24}$$

$$R_{t_5} = 2R_{t_5} - 1R_{t_4} = 0,072 R_{24}$$

Tabel 4. 20 Rata-rata Hujan Pada Jam Ke-t

| No. | T (jam) | R _t (mm) | t × R _t | (t - 1) × R _(t-1) | R' _t (mm) |
|-----|------------|------------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------|
| 1 | 1 | 0,585 | 0,585 | 0 | 0,585 |
| 2 | 2 | 0,368 | 0,737 | 0,585 | 0,152 |
| 3 | 3 | 0,281 | 0,843 | 0,737 | 0,107 |
| 4 | 4 | 0,232 | 0,928 | 0,843 | 0,085 |
| 5 | 5 | 0,200 | 1,000 | 0,928 | 0,072 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Rumus menghitung R'_t:

$$R'_t = t \times R_t - (t - 1) \times R_{(t-1)}$$

Besarnya curah hujan efektif dinyatakan dalam rumus

$$R_e = C \times R_i$$

Untuk mencari besarnya curah hujan efektif dibutuhkan data sebagai berikut:

- Koefisien pengaliran $C = 0,56$
- Hujan jam-jaman untuk periode ulang 10 tahun
- Waktu 0-5 jam
- Curah hujan rencana $R_i = 123,43 \text{ mm}$

Maka besarnya curah hujan efektif dapat ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$R_e = C \times R_i$$

$$R_e = 0,56 \times 123,43 \text{ mm}$$

$$R_e = 68,81$$

Tabel 4. 21 Tinggi Curah Hujan Efektif

| No | PeriodeUlang | Ri(mm) | C | Reff |
|----|--------------|--------|------|-------------|
| 1 | 1,0101 | 63,63 | 0,56 | 35,47239552 |
| 2 | 1,25 | 85,18 | 0,56 | 47,48700198 |
| 3 | 2 | 99,29 | 0,56 | 55,35505281 |
| 4 | 5 | 114,80 | 0,56 | 64,00159197 |
| 5 | 10 | 123,43 | 0,56 | 68,81275635 |
| 6 | 25 | 133,04 | 0,56 | 74,16982685 |
| 7 | 50 | 139,45 | 0,56 | 77,7450326 |
| 8 | 100 | 145,35 | 0,56 | 81,03061932 |
| 9 | 200 | 150,87 | 0,56 | 84,11068334 |
| 10 | 1000 | 162,62 | 0,56 | 90,65869689 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 22 Distribusi Curah Hujan Rencana Efektif Jam-jaman

| Waktu hujan (jam) | Rasio (Rt) | Curah Hujan jam-jaman (mm) | | | |
|----------------------|---------------|-------------------------------|----------|------------|----------|
| | (%) | 2th | 5th | 10th | 25th |
| 1 | 0,585 | 32,37183 | 37,42836 | 40,241944 | 43,37478 |
| 2 | 0,152 | 8,41412 | 9,728418 | 10,4597283 | 11,27402 |
| 3 | 0,107 | 5,902308 | 6,824257 | 7,33725411 | 7,908459 |
| 4 | 0,085 | 4,698819 | 5,432782 | 5,8411778 | 6,295913 |
| 5 | 0,072 | 3,967974 | 4,587777 | 4,93265205 | 5,316659 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.1.9. Perhitungan Debit Rencana (Metode HSS Nakayassu)

Berikut adalah perhitungan saluran menggunakan metode HSS Nakayassu:

- a. Saluran Kali Konang Ruas 6 memiliki data-data penunjang untuk perhitungan debit rencana menggunakan metode HSS Nakayassu, data saluran Gebang Lor sebagai berikut:
 - Luas *catchment area* = 0,821 km²
 - Panjang saluran utama = 2,956 km
 - Koefisien pengaliran (C) = 0,611
 - Unit hujan efektif (R₀) = 1 mm
 - Parameter hidrograf (α) = 2
1. Tegangan waktu antara hujan sampai debit puncak (t_g) dikarenakan $L < 15$, maka:
 - $t_g = 0,21 L^{0,7}$
 - $t_g = 0,21 \times (2,956 \text{ km})^{0,7}$
 - $t_g = 0,448 \text{ jam}$
2. Satuan waktu hujan (t_r) karena $0 < t_r < 1$, maka diasumsikan
 - $t_r = 0,75 t_g$

$$\begin{aligned}
 t_r &= 0,75 \times 0,448 \text{ jam} \\
 t_r &= 0,336 \text{ jam} \\
 3. \text{ Waktu awal hujan sampai puncak banjir} \\
 t_p &= t_g + 0,8 t_r \\
 t_p &= 0,448 \text{ jam} + 0,8 \times 0,336 \text{ jam} \\
 t_p &= 0,717 \text{ jam} \\
 4. \text{ Penurunan debit puncak sampai 30\% (T}_{0,3}\text{)} \\
 T_{0,3} &= \alpha t_g \\
 T_{0,3} &= 2 \times 0,448 \text{ jam} \\
 T_{0,3} &= 0,897 \text{ jam} \\
 5. \text{ Debit puncak (Q}_p\text{)} \\
 Q_p &= \frac{C \times A \times R_0}{3,6 \times (0,3 T_p + T_{0,3})} \\
 Q_p &= \frac{0,611 \times 0,821 \text{ km}^2 \times 1 \text{ mm}}{3,6 \times (0,3 \times 0,717 \text{ jam} + 0,897 \text{ jam})} \\
 Q_p &= 0,125 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Syarat untuk persamaan lengkung hidrograf Nakayassu

a. Untuk lengkung naik:

$$\begin{aligned}
 t &\leq t_p \\
 t &\leq 0,717 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

b. Untuk lengkung turun I

$$\begin{aligned}
 t_p \leq t \leq t_p + T_{0,3} \\
 0,717 \text{ jam} \leq t \leq 1,614 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

c. Untuk lengkung turun II

$$\begin{aligned}
 t_p + T_{0,3} \leq t \leq t + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3} \\
 1,614 \text{ jam} \leq t \leq 2,959 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

d. $t \leq t_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$
 $t \leq 2,959 \text{ jam}$

Dari persamaan di atas, maka hasil waktu lengkung hidrograf setelah dimasukkan dalam persamaan hidrograf satuan Nakayassu dapat dilihat pada tabel 4.25:

Tabel 4. 23 Waktu Lengkung Hidrograf Nakayassu

| No | Karakteristik | Notasi | Awal (jam) | | Akhir (jam) | |
|----|--------------------------|-----------|--------------------|-------|--------------------|-------|
| | | | Notasi | Nilai | Notasi | Nilai |
| 1 | Lengkung naik | Q_n | 0 | 0 | t_p | 0,717 |
| 2 | Lengkung turun tahap I | Q_{t_1} | t_p | 0,717 | $T_p + T_{0,3}$ | 1,614 |
| 3 | Lengkung turun tahap II | Q_{t_2} | $T_p + T_{0,3}$ | 1,614 | $T_p + 2,5T_{0,3}$ | 2,959 |
| 4 | Lengkung turun tahap III | Q_{t_3} | $T_p + 2,5T_{0,3}$ | 2,959 | 24 | 24 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 24 Persamaan Lengkung Hidrograf Nakayassu

| No | Karakteristik | Notasi | Persamaan |
|----|--------------------------|-----------|--|
| 1 | Lengkung naik | Q_{t_0} | $Q_p \left(\frac{t}{t_p}\right)^{2,4}$ |
| 2 | Lengkung turun tahap I | Q_{t_1} | $Q_p \times 0,3^{\frac{(t-t_p)}{T_{0,3}}}$ |
| 3 | Lengkung turun tahap II | Q_{t_2} | $Q_p \times 0,3^{\frac{(t-T_p)+(0,5 T_{0,3})}{(1,5 T_{0,3})}}$ |
| 4 | Lengkung turun tahap III | Q_{t_3} | $Q_p \times 0,3^{\frac{(t-T_p)+(1,5 T_{0,3})}{(2 T_{0,3})}}$ |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 25 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{d0}

| t (jam) | Notasi | Persamaan | Q_t m ³ /detik |
|---------|-----------|--|-----------------------------|
| 0,00 | Q_{t_0} | $Q_p \left(\frac{t}{t_p}\right)^{2,4}$ | 0,000000 |
| 0,72 | | | 0,125214 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 26 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qt_1

| t (jam) | Notasi | Persamaan | Q_t $m^3/detik$ |
|------------|--------|------------------------------------|----------------------|
| 1,00 | Qt_1 | $Q_p \times 0,3^{(t-t_p)/T_{0,3}}$ | 0,085687 |
| 1,61 | | | 0,037564 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 27 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qt_2

| t (jam) | Notasi | Persamaan | Q_t $m^3/detik$ |
|------------|--------|--|----------------------|
| 2 | Qt_2 | $Q_p \times 0,3^{(t-T_p)+(0,5 T_{0,3})/(1,5 T_{0,3})}$ | 0.026597 |
| 2.96 | | | 0.011269 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 28 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qt_3

| T (jam) | Notasi | Persamaan | Q_t $m^3/detik$ |
|------------|--------|--|----------------------|
| 3,00 | Qt_3 | $Q_p \times 0,3^{(t-T_p)+(1,5 T_{0,3})/(2 T_{0,3})}$ | 0.010867 |
| 4,00 | | | 0.004440 |
| 5,00 | | | 0.001814 |
| 6,00 | | | 0.000741 |
| 7,00 | | | 0.000748 |
| 8,00 | | | 0.000382 |
| 9,00 | | | 0.000195 |
| 10,00 | | | 0.000099 |
| 11,00 | | | 0.000051 |
| 12,00 | | | 0.000026 |
| 13,00 | | | 0.000013 |
| 14,00 | | | 0.000006 |
| 15,00 | | | 0.000003 |
| 16,00 | | | 0.000002 |

Lanjutan Tabel 4.29 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{t_3}

| T (jam) | Notasi | Persamaan | Q_t m ³ /detik |
|------------|-----------|------------------|--|
| 17,00 | | | 0.000001 |
| 18,00 | | | 0.000000 |
| 19,00 | | | 0.000000 |
| 20,00 | Q_{t_3} | $Q_p \times 0,3$ | $^{(t - T_p) + (1,5 T_{0,3})} / (2 T_{0,3})$ |
| 21,00 | | | 0.000000 |
| 22,00 | | | 0.000000 |
| 23,00 | | | 0.000000 |
| 24,00 | | | 0.000000 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Besar hidrograf banjir periode ulang 10 tahun dapat dihitung dengan mengalikan besar hidrograf satuan Nakayassu Q_t (m³/detik). Perhitungan selengkapnya dilihat pada tabel 4.31:

Tabel 4. 29 Hidrograf Banjir periode ulang 10 tahun Kali Konang R 6

| No | Waktu (jam) | Qt (m ³ /dt) | HIDROGRAF BANJIR 10THN | | | | | Q (m ³ /dt) |
|----|----------------|----------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|---------------------------|
| | | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |
| 1 | 0,00 | 0,0000000 | 0,0000 | | | | | 0,0000000 |
| 2 | 1,00 | 0,4098717 | 16,4940 | 0,0000 | | | | 16,4940330 |
| 3 | 2,00 | 0,7257913 | 29,2073 | 7,5916 | 0,0000 | | | 36,7988351 |
| 4 | 3,00 | 0,3765268 | 15,1522 | 3,9384 | 2,7627 | 0,0000 | | 21,8532123 |
| 5 | 4,00 | 0,2275485 | 9,1570 | 2,3801 | 1,6696 | 1,3292 | 0,0000 | 14,5358213 |
| 6 | 5,00 | 0,1469141 | 5,9121 | 1,5367 | 1,0779 | 0,8582 | 0,7247 | 10,1095618 |
| 7 | 6,00 | 0,0948534 | 3,8171 | 0,9921 | 0,6960 | 0,5541 | 0,4679 | 6,5271223 |
| 8 | 7,00 | 0,0679168 | 2,7331 | 0,7104 | 0,4983 | 0,3967 | 0,3350 | 4,6735444 |
| 9 | 8,00 | 0,0489181 | 1,9686 | 0,5117 | 0,3589 | 0,2857 | 0,2413 | 3,3661886 |
| 10 | 9,00 | 0,0352340 | 1,4179 | 0,3685 | 0,2585 | 0,2058 | 0,1738 | 2,4245464 |
| 11 | 10,00 | 0,0253778 | 1,0213 | 0,2654 | 0,1862 | 0,1482 | 0,1252 | 1,7463149 |

Lanjutan Tabel 4.31 Hidrograf Banjir periode ulang 10 tahun Kali Konang R 6

| No | Waktu (jam) | Qt (m ³ /dt) | HIDROGRAF BANJIR 10THN | | | | | Q (m ³ /dt) |
|----|----------------|----------------------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------------------------|
| | | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |
| | | | 40,2419 | 10,4597 | 7,33725 | 5,84118 | 4,93265 | |
| 14 | 13,00 | 0,0094827 | 0,3816 | 0,0992 | 0,0696 | 0,0554 | 0,0468 | 0,6525274 |
| 15 | 14,00 | 0,0068300 | 0,2749 | 0,0714 | 0,0501 | 0,0399 | 0,0337 | 0,4699924 |
| 16 | 15,00 | 0,0049194 | 0,1980 | 0,0515 | 0,0361 | 0,0287 | 0,0243 | 0,3385189 |
| 17 | 16,00 | 0,0035433 | 0,1426 | 0,0371 | 0,0260 | 0,0207 | 0,0175 | 0,2438232 |
| 18 | 17,00 | 0,0025521 | 0,1027 | 0,0267 | 0,0187 | 0,0149 | 0,0126 | 0,1756172 |
| 19 | 18,00 | 0,0018382 | 0,0740 | 0,0192 | 0,0135 | 0,0107 | 0,0091 | 0,1264908 |
| 20 | 19,00 | 0,0013240 | 0,0533 | 0,0138 | 0,0097 | 0,0077 | 0,0065 | 0,0911069 |
| 21 | 20,00 | 0,0009536 | 0,0384 | 0,0100 | 0,0070 | 0,0056 | 0,0047 | 0,0656211 |
| 22 | 21,00 | 0,0006869 | 0,0276 | 0,0072 | 0,0050 | 0,0040 | 0,0034 | 0,0472645 |
| 23 | 22,00 | 0,0004947 | 0,0199 | 0,0052 | 0,0036 | 0,0029 | 0,0024 | 0,0340430 |
| 24 | 23,00 | 0,0003563 | 0,0143 | 0,0037 | 0,0026 | 0,0021 | 0,0018 | 0,0245199 |
| 25 | 24,00 | 0,0002567 | 0,0103 | 0,0027 | 0,0019 | 0,0015 | 0,0013 | 0,0176608 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

- b. Saluran Kali Konang Ruas 4 memiliki data-data penunjang untuk perhitungan debit rencana menggunakan metode HSS Nakayassu, data saluran Gebang Lor sebagai berikut:

$$\text{Luas catchment area} = 0,962 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang saluran utama} = 2,392 \text{ km}$$

$$\text{Koefisien pengaliran (C)} = 0,534$$

$$\text{Unit hujan efektif (R}_0\text{)} = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Parameter hidrograf } (\alpha) = 2$$

6. Tegangan waktu antara hujan sampai debit puncak (t_g) dikarenakan $L < 15$, maka:

$$t_g = 0,21 L^{0,7}$$

$$t_g = 0,21 \times (2,392 \text{ km})^{0,7}$$

$$t_g = 0,387 \text{ jam}$$

7. Satuan waktu hujan (t_r) karena $0 < t_r < 1$, maka diasumsikan

$$t_r = 0,75 t_g$$

$$t_r = 0,75 \times 0,387 \text{ jam}$$

$$t_r = 0,290 \text{ jam}$$

8. Waktu awal hujan sampai puncak banjir

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

$$t_p = 0,387 \text{ jam} + 0,8 \times 0,290 \text{ jam}$$

$$t_p = 0,619 \text{ jam}$$

9. Penurunan debit puncak sampai 30% ($T_{0,3}$)

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

$$T_{0,3} = 2 \times 0,387 \text{ jam}$$

$$T_{0,3} = 0,773 \text{ jam}$$

10. Debit puncak (Q_p)

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_0}{3,6 \times (0,3 T_p + T_{0,3})}$$

$$Q_p = \frac{0,534 \times 0,962 \text{ km}^2 \times 1 \text{ mm}}{3,6 \times (0,3 \times 0,619 \text{ jam} + 0,773 \text{ jam})}$$

$$Q_p = 0,1489 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Syarat untuk persamaan lengkung hidrograf Nakayassu

e. Untuk lengkung naik:

$$t \leq t_p$$

$$t \leq 0,619 \text{ jam}$$

f. Untuk lengkung turun I

$$t_p \leq t \leq t_p + T_{0,3}$$

$$0,619 \text{ jam} \leq t \leq 1,392 \text{ jam}$$

g. Untuk lengkung turun II

$$t_p + T_{0,3} \leq t \leq t_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$$

$$1,392 \text{ jam} \leq t \leq 2,552 \text{ jam}$$

h. $t \leq t_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$

$$t \leq 2,552 \text{ jam}$$

Dari persamaan di atas, maka hasil waktu lengkung hidrograf setelah dimasukkan dalam persamaan hidrograf satuan Nakayassu dapat dilihat pada tabel 4.33:

Tabel 4. 30 Waktu Lengkung Hidrograf Nakayassu

| No | Karakteristik | Notasi | Awal (jam) | | Akhir (jam) | |
|----|--------------------------|-----------------|--------------------|-------|--------------------|-------|
| | | | Notasi | Nilai | Notasi | Nilai |
| 1 | Lengkung naik | Qn | 0 | 0 | t_p | 0,619 |
| 2 | Lengkung turun tahap I | Qt ₁ | t_p | 0,619 | $T_p + T_{0,3}$ | 1,392 |
| 3 | Lengkung turun tahap II | Qt ₂ | $T_p + T_{0,3}$ | 1,392 | $T_p + 2,5T_{0,3}$ | 2,552 |
| 4 | Lengkung turun tahap III | Qt ₃ | $T_p + 2,5T_{0,3}$ | 2,552 | 24 | 24 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 31 Persamaan Lengkung Hidrograf Nakayassu

| No | Karakteristik | Notasi | Persamaan |
|----|--------------------------|-----------|--|
| 1 | Lengkung naik | Q_{t_0} | $Q_p \left(\frac{t}{t_p}\right)^{2,4}$ |
| 2 | Lengkung turun tahap I | Q_{t_1} | $Q_p \times 0,3 \frac{(t-t_p)}{T_{0,3}}$ |
| 3 | Lengkung turun tahap II | Q_{t_2} | $Q_p \times 0,3 \frac{(t-T_p)+(0,5 T_{0,3})}{(1,5 T_{0,3})}$ |
| 4 | Lengkung turun tahap III | Q_{t_3} | $Q_p \times 0,3 \frac{(t-T_p)+(1,5 T_{0,3})}{(2 T_{0,3})}$ |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 32 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{d_0}

| t (jam) | Notasi | Persamaan | Q_t $m^3/detik$ |
|------------|-----------|--|----------------------|
| 0.00 | Q_{t_0} | $Q_p \left(\frac{t}{t_p}\right)^{2,4}$ | 0.00000000 |
| 0.62 | | | 0.14892013 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 33 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{t_1}

| t (jam) | Notasi | Persamaan | Q_t $m^3/detik$ |
|------------|-----------|--|----------------------|
| 1.00 | Q_{t_1} | $Q_p \times 0,3 \frac{(t-t_p)}{T_{0,3}}$ | 0.08223992 |
| 1.39 | | | 0.04467604 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 34 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{t_2}

| t (jam) | Notasi | Persamaan | Q_t $m^3/detik$ |
|------------|-----------|--|----------------------|
| 2.00 | Q_{t_2} | $Q_p \times 0,3 \frac{(t-T_p)+(0,5 T_{0,3})}{(1,5 T_{0,3})}$ | 0.02376644 |
| 2.55 | | | 0.01340281 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 35 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{t_3}

| T (jam) | Notasi | Persamaan | Q_t $m^3/detik$ |
|------------|-----------|------------------|---|
| 3.00 | | | 0.00945552 |
| 4.00 | | | 0.00434109 |
| 5.00 | | | 0.00199302 |
| 6.00 | | | 0.00091501 |
| 7.00 | | | 0.00042009 |
| 8.00 | | | 0.00019286 |
| 9.00 | | | 0.00008855 |
| 10.00 | | | 0.00004065 |
| 11.00 | | | 0.00001866 |
| 12.00 | | | 0.00000857 |
| 13.00 | Q_{t_3} | $Q_p \times 0,3$ | $(t - T_p) + (1,5 T_{0,3}) / (2 T_{0,3})$ |
| 14.00 | | | |
| 15.00 | | | 0.00000083 |
| 16.00 | | | 0.00000038 |
| 17.00 | | | 0.00000017 |
| 18.00 | | | 0.00000008 |
| 19.00 | | | 0.00000004 |
| 20.00 | | | 0.00000002 |
| 21.00 | | | 0.00000001 |
| 22.00 | | | 0.00000000 |
| 23.00 | | | 0.00000000 |
| 24.00 | | | 0.00000000 |

Besar hidrograf banjir periode ulang 10 tahun dapat dihitung dengan mengalikan besar hidrograf satuan Nakayassu Q_t ($m^3/detik$). Perhitungan selengkapnya dilihat pada tabel 4.39:

Tabel 4. 36 hidrograf satuan Nakayassu

| No | Waktu (jam) | Qt (m ³ /dt) | HIDROGRAF BANJIR 10THN | | | | | Q (m ³ /dt) |
|----|----------------|----------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|---------------------------|
| | | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |
| 1 | 0,00 | 0,0000000 | 0,0000 | | | | | 0,0000000 |
| 2 | 1,00 | 0,0822399 | 3,3095 | 0,0000 | | | | 3,3094944 |
| 3 | 2,00 | 0,0237664 | 0,9564 | 0,2486 | 0,0000 | | | 1,2049985 |
| 4 | 3,00 | 0,0094555 | 0,3805 | 0,0989 | 0,0694 | 0,0000 | | 0,5487881 |
| 5 | 4,00 | 0,0043411 | 0,1747 | 0,0454 | 0,0319 | 0,0254 | 0,0000 | 0,2773091 |
| 6 | 5,00 | 0,0019930 | 0,0802 | 0,0208 | 0,0146 | 0,0116 | 0,0098 | 0,1371452 |
| 7 | 6,00 | 0,0009150 | 0,0368 | 0,0096 | 0,0067 | 0,0053 | 0,0045 | 0,0629642 |
| 8 | 7,00 | 0,0004201 | 0,0169 | 0,0044 | 0,0031 | 0,0025 | 0,0021 | 0,0289073 |
| 9 | 8,00 | 0,0001929 | 0,0078 | 0,0020 | 0,0014 | 0,0011 | 0,0010 | 0,0132715 |
| 10 | 9,00 | 0,0000885 | 0,0036 | 0,0009 | 0,0006 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0060930 |
| 11 | 10,00 | 0,0000407 | 0,0016 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0027973 |
| 12 | 11,00 | 0,0000187 | 0,0008 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0012843 |
| 13 | 12,00 | 0,0000086 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0005896 |
| 14 | 13,00 | 0,0000039 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0002707 |

| No | Waktu (jam) | Qt (m ³ /dt) | HIDROGRAF BANJIR 10THN | | | | | Q (m ³ /dt) |
|----|----------------|----------------------------|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------------|
| | | | R1 40,2419 | R2 10,4597 | R3 7,33725 | R4 5,84118 | R5 4,93265 | |
| 15 | 14,00 | 0,0000018 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0001243 |
| 16 | 15,00 | 0,0000008 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000571 |
| 17 | 16,00 | 0,0000004 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000262 |
| 18 | 17,00 | 0,0000002 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000120 |
| 19 | 18,00 | 0,0000001 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000055 |
| 20 | 19,00 | 0,0000000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000025 |
| 21 | 20,00 | 0,0000000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000012 |
| 22 | 21,00 | 0,0000000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000005 |
| 23 | 22,00 | 0,0000000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000002 |
| 24 | 23,00 | 0,0000000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000001 |
| 25 | 24,00 | 0,0000000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000001 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

- c. Perhitungan hidrograf debit saluran kali konang ruas 6 dan debit saluran kali konang ruas 4

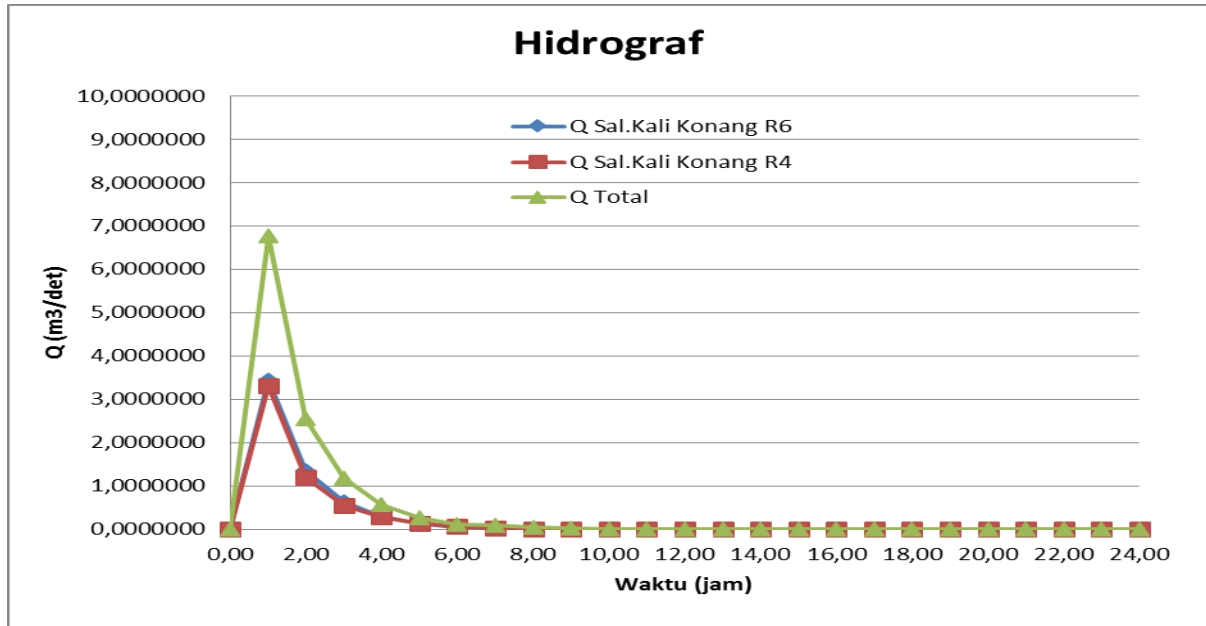
Tabel 4. 37 Perhitungan Hidrograf

| No | Waktu (jam) | Q Sal.Kali Koanng Ruas 6 (m ³ /dt) | Q Sal.Kali Koanng Ruas 4 (m ³ /dt) | Q Total (m ³ /dt) |
|----|----------------|---|---|---------------------------------|
| 1 | 0,00 | 0,0000000 | 0,0000000 | 0,0000000 |
| 2 | 1,00 | 3,4482222 | 3,3094944 | 6,7577166 |
| 3 | 2,00 | 1,3485406 | 1,2049985 | 2,5535391 |
| 4 | 3,00 | 0,6307635 | 0,5487881 | 1,1795516 |
| 5 | 4,00 | 0,2836731 | 0,2773091 | 0,5609822 |
| 6 | 5,00 | 0,1248611 | 0,1371452 | 0,2620062 |
| 7 | 6,00 | 0,0510191 | 0,0629642 | 0,1139833 |
| 8 | 7,00 | 0,0514837 | 0,0289073 | 0,0803910 |
| 9 | 8,00 | 0,0263117 | 0,0132715 | 0,0395832 |
| 10 | 9,00 | 0,0134471 | 0,0060930 | 0,0195401 |
| 11 | 10,00 | 0,0068724 | 0,0027973 | 0,0096697 |
| 12 | 11,00 | 0,0035123 | 0,0012843 | 0,0047965 |
| 13 | 12,00 | 0,0017950 | 0,0005896 | 0,0023846 |
| 14 | 13,00 | 0,0009174 | 0,0002707 | 0,0011881 |
| 15 | 14,00 | 0,0004688 | 0,0001243 | 0,0005931 |
| 16 | 15,00 | 0,0002396 | 0,0000571 | 0,0002967 |

Lanjutan Tabel 4.38 Perhitungan Hidrograf

| No | Waktu (jam) | Q Sal.Kali Koanng Ruas 6 (m ³ /dt) | Q Sal.Kali Koanng Ruas 4 (m ³ /dt) | Q Total (m ³ /dt) |
|----|----------------|---|---|---------------------------------|
| 17 | 16,00 | 0,0001225 | 0,0000262 | 0,0001487 |
| 18 | 17,00 | 0,0000626 | 0,0000120 | 0,0000746 |
| 19 | 18,00 | 0,0000320 | 0,0000055 | 0,0000375 |
| 20 | 19,00 | 0,0000163 | 0,0000025 | 0,0000189 |
| 21 | 20,00 | 0,0000084 | 0,0000012 | 0,0000095 |
| 22 | 21,00 | 0,0000043 | 0,0000005 | 0,0000048 |
| 23 | 22,00 | 0,0000022 | 0,0000002 | 0,0000024 |
| 24 | 23,00 | 0,0000011 | 0,0000001 | 0,0000012 |
| 25 | 24,00 | 0,0000006 | 0,0000001 | 0,0000006 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)



Gambar 4. 2 hidrograf debit saluran

- d. Das Rawa Sogo memiliki data-data penunjang untuk perhitungan debit rencana menggunakan metode HSS Nakayasu, data saluran Gebang Lor sebagai berikut:

$$\text{Luas } catchment \text{ area} = 15,120 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang saluran utama} = 8,217 \text{ km}$$

$$\text{Koefisien pengaliran (C)} = 0,558$$

$$\text{Unit hujan efektif (R}_0\text{)} = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Parameter hidrograf } (\alpha) = 2$$

11. Tegangan waktu antara hujan sampai debit puncak (t_g) dikarenakan $L < 15$, maka:

$$t_g = 0,21 L^{0,7}$$

$$t_g = 0,21 \times (8,217 \text{ km})^{0,7}$$

$$t_g = 0,917 \text{ jam}$$

12. Satuan waktu hujan (t_r) karena $0 < t_r < 1$, maka diasumsikan

$$t_r = 0,75 t_g$$

$$t_r = 0,75 \times 0,917 \text{ jam}$$

$$t_r = 0,688 \text{ jam}$$

13. Waktu awal hujan sampai puncak banjir

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

$$t_p = 0,917 \text{ jam} + 0,8 \times 0,688 \text{ jam}$$

$$t_p = 1,468 \text{ jam}$$

14. Penurunan debit puncak sampai 30% ($T_{0,3}$)

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

$$T_{0,3} = 2 \times 0,917 \text{ jam}$$

$$T_{0,3} = 1,835 \text{ jam}$$

15. Debit puncak (Q_p)

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_0}{3,6 \times (0,3 T_p + T_{0,3})}$$

$$Q_p = \frac{0,558 \times 15,120 \text{ km}^2 \times 1 \text{ mm}}{3,6 \times (0,3 \times 0,917 \text{ jam} + 1,835 \text{ jam})}$$

$$Q_p = 1,029 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Syarat untuk persamaan lengkung hidrograf Nakayassu

i. Untuk lengkung naik:

$$t \leq t_p$$

$$t \leq 0,917 \text{ jam}$$

j. Untuk lengkung turun I

$$t_p \leq t \leq t_p + T_{0,3}$$

$$0,917 \text{ jam} \leq t \leq 3,302 \text{ jam}$$

k. Untuk lengkung turun II

$$t_p + T_{0,3} \leq t \leq t_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$$

$$3,302 \text{ jam} \leq t \leq 6,054 \text{ jam}$$

l. $t \leq t_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$

$$t \leq 6,054 \text{ jam}$$

Dari persamaan di atas, maka hasil waktu lengkung hidrograf setelah dimasukkan dalam persamaan hidrograf satuan Nakayassu dapat dilihat pada tabel 4.42:

Tabel 4. 38 Waktu Lengkung Hidrograf Nakayassu

| No | Karakteristik | Notasi | Awal (jam) | | Akhir (jam) | |
|----|--------------------------|-----------------|--------------------|-------|--------------------|-------|
| | | | Notasi | Nilai | Notasi | Nilai |
| 1 | Lengkung naik | Qn | 0 | 0 | t_p | 0,917 |
| 2 | Lengkung turun tahap I | Qt ₁ | t_p | 0,917 | $T_p + T_{0,3}$ | 3,302 |
| 3 | Lengkung turun tahap II | Qt ₂ | $T_p + T_{0,3}$ | 3,302 | $T_p + 2,5T_{0,3}$ | 6,054 |
| 4 | Lengkung turun tahap III | Qt ₃ | $T_p + 2,5T_{0,3}$ | 6,054 | 24 | 24 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 39 Persamaan Lengkung Hidrograf Nakayassu

| No | Karakteristik | Notasi | Persamaan |
|----|--------------------------|-----------|--|
| 1 | Lengkung naik | Q_{t_0} | $Q_p \left(\frac{t}{t_p}\right)^{2,4}$ |
| 2 | Lengkung turun tahap I | Q_{t_1} | $Q_p \times 0,3 \frac{(t-t_p)}{T_{0,3}}$ |
| 3 | Lengkung turun tahap II | Q_{t_2} | $Q_p \times 0,3 \frac{(t-T_p)+(0,5 T_{0,3})}{(1,5 T_{0,3})}$ |
| 4 | Lengkung turun tahap III | Q_{t_3} | $Q_p \times 0,3 \frac{(t-T_p)+(1,5 T_{0,3})}{(2 T_{0,3})}$ |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 40 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{d_0}

| t (jam) | Notasi | Persamaan | Q_t $m^3/detik$ |
|------------|-----------|--|----------------------|
| 0,00 | | | 0.00000000 |
| 1,00 | Q_{t_0} | $Q_p \left(\frac{t}{t_p}\right)^{2,4}$ | 0.40987167 |
| 1,47 | | | 1.02929659 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 41 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Q_{t_1}

| t (jam) | Notasi | Persamaan | Q_t $m^3/detik$ |
|------------|-----------|--|----------------------|
| 2,00 | | | 0.72579135 |
| 3,00 | Q_{t_1} | $Q_p \times 0,3 \frac{(t-t_p)}{T_{0,3}}$ | 0.37652682 |
| 3,30 | | | 0.30878898 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 42 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qt_2

| t (jam) | Notasi | Persamaan | Q_t $m^3/detik$ |
|------------|--------|--|----------------------|
| 4,00 | | | 0.22754849 |
| 5,00 | Qt_2 | $Q_p \times 0,3 \frac{(t - T_p) + (0,5 T_{0,3})}{(1,5 T_{0,3})}$ | 0.14691407 |
| 6,00 | | | 0.09485338 |
| 6,05 | | | 0.09263669 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 43 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu Qt_3

| T (jam) | Notasi | Persamaan | Q_t $m^3/detik$ |
|------------|--------|--|----------------------|
| 7,00 | | | 0.06791683 |
| 8,00 | | | 0.04891809 |
| 9,00 | | | 0.03523397 |
| 10,00 | | | 0.02537778 |
| 11,00 | | | 0.01827872 |
| 12,00 | | | 0.01316551 |
| 13,00 | Qt_3 | $Q_p \times 0,3 \frac{(t - T_p) + (1,5 T_{0,3})}{(2 T_{0,3})}$ | 0.00948265 |
| 14,00 | | | 0.00683002 |
| 15,00 | | | 0.00491942 |
| 16,00 | | | 0.00354328 |
| 17,00 | | | 0.00255210 |
| 18,00 | | | 0.00183819 |
| 19,00 | | | 0.00132398 |

Lanjutan Tabel 4. 45 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayassu

| T (jam) | Notasi | Persamaan | Q_t $m^3/detik$ |
|------------|--------|-----------|----------------------|
| 20,00 | | | 0.00095362 |
| 21,00 | | | 0.00068686 |
| 22,00 | | | 0.00049472 |
| 23,00 | | | 0.00035633 |
| 24,00 | | | 0.00025665 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Besar hidrograf banjir periode ulang 10 tahun dapat dihitung dengan mengalikan besar hidrograf satuan Nakayassu Q_t ($m^3/detik$). Perhitungan selengkapnya dilihat pada tabel 4.47:

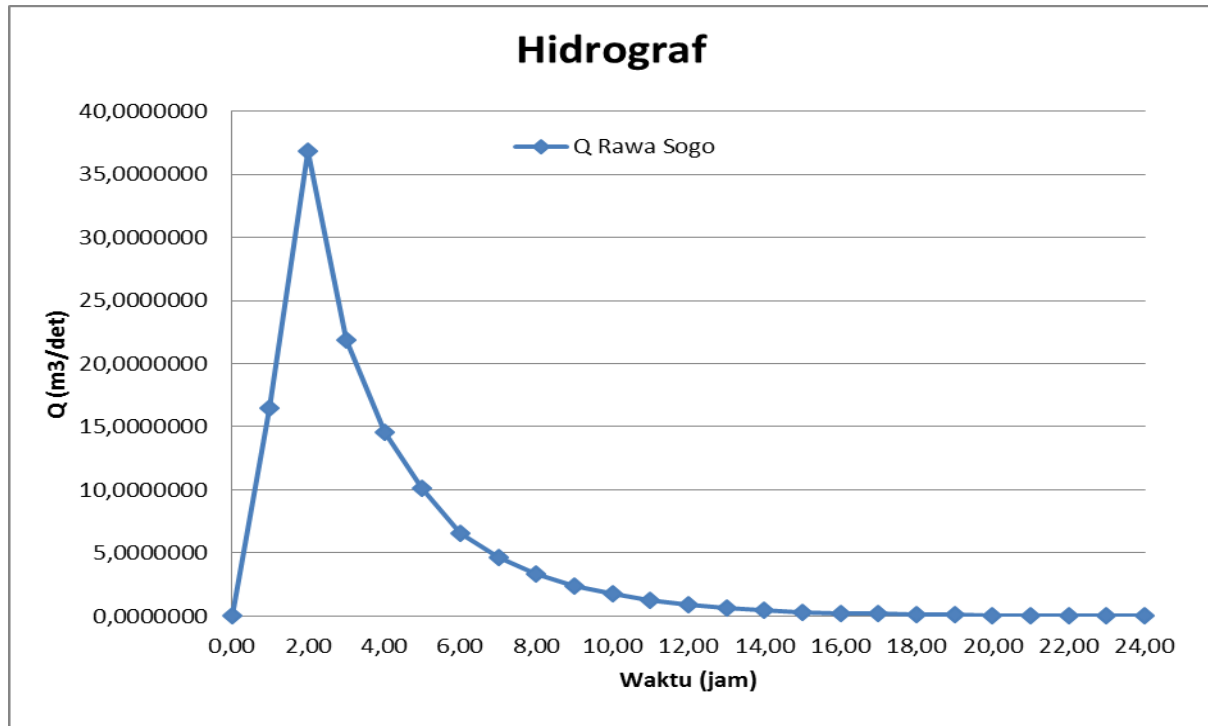
Tabel 4. 44 Hidrograf Banjir periode ulang 10 tahun rawa sogo

| No | Waktu (jam) | Qt (m ³ /dt) | HIDROGRAF BANJIR 10THN | | | | | Q (m ³ /dt) |
|----|----------------|----------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|---------------------------|
| | | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |
| 1 | 0,00 | 0,0000000 | 0,0000 | | | | | 0,0000000 |
| 2 | 1,00 | 0,4098717 | 16,4940 | 0,0000 | | | | 16,4940330 |
| 3 | 2,00 | 0,7257913 | 29,2073 | 7,5916 | 0,0000 | | | 36,7988351 |
| 4 | 3,00 | 0,3765268 | 15,1522 | 3,9384 | 2,7627 | 0,0000 | | 21,8532123 |
| 5 | 4,00 | 0,2275485 | 9,1570 | 2,3801 | 1,6696 | 1,3292 | 0,0000 | 14,5358213 |
| 6 | 5,00 | 0,1469141 | 5,9121 | 1,5367 | 1,0779 | 0,8582 | 0,7247 | 10,1095618 |
| 7 | 6,00 | 0,0948534 | 3,8171 | 0,9921 | 0,6960 | 0,5541 | 0,4679 | 6,5271223 |
| 8 | 7,00 | 0,0679168 | 2,7331 | 0,7104 | 0,4983 | 0,3967 | 0,3350 | 4,6735444 |
| 9 | 8,00 | 0,0489181 | 1,9686 | 0,5117 | 0,3589 | 0,2857 | 0,2413 | 3,3661886 |
| 10 | 9,00 | 0,0352340 | 1,4179 | 0,3685 | 0,2585 | 0,2058 | 0,1738 | 2,4245464 |
| 11 | 10,00 | 0,0253778 | 1,0213 | 0,2654 | 0,1862 | 0,1482 | 0,1252 | 1,7463149 |
| 12 | 11,00 | 0,0182787 | 0,7356 | 0,1912 | 0,1341 | 0,1068 | 0,0902 | 1,2578088 |
| 13 | 12,00 | 0,0131655 | 0,5298 | 0,1377 | 0,0966 | 0,0769 | 0,0649 | 0,9059551 |
| 14 | 13,00 | 0,0094827 | 0,3816 | 0,0992 | 0,0696 | 0,0554 | 0,0468 | 0,6525274 |

Lanjutan 4. 46 Hidrograf Banjir periode ulang 10 tahun rawa sogo

| No | Waktu (jam) | Qt (m ³ /dt) | HIDROGRAF BANJIR 10THN | | | | | Q (m ³ /dt) |
|----|----------------|----------------------------|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------------|
| | | | R1 40,2419 | R2 10,4597 | R3 7,33725 | R4 5,84118 | R5 4,93265 | |
| 15 | 14,00 | 0,0068300 | 0,2749 | 0,0714 | 0,0501 | 0,0399 | 0,0337 | 0,4699924 |
| 16 | 15,00 | 0,0049194 | 0,1980 | 0,0515 | 0,0361 | 0,0287 | 0,0243 | 0,3385189 |
| 17 | 16,00 | 0,0035433 | 0,1426 | 0,0371 | 0,0260 | 0,0207 | 0,0175 | 0,2438232 |
| 18 | 17,00 | 0,0025521 | 0,1027 | 0,0267 | 0,0187 | 0,0149 | 0,0126 | 0,1756172 |
| 19 | 18,00 | 0,0018382 | 0,0740 | 0,0192 | 0,0135 | 0,0107 | 0,0091 | 0,1264908 |
| 20 | 19,00 | 0,0013240 | 0,0533 | 0,0138 | 0,0097 | 0,0077 | 0,0065 | 0,0911069 |
| 21 | 20,00 | 0,0009536 | 0,0384 | 0,0100 | 0,0070 | 0,0056 | 0,0047 | 0,0656211 |
| 22 | 21,00 | 0,0006869 | 0,0276 | 0,0072 | 0,0050 | 0,0040 | 0,0034 | 0,0472645 |
| 23 | 22,00 | 0,0004947 | 0,0199 | 0,0052 | 0,0036 | 0,0029 | 0,0024 | 0,0340430 |
| 24 | 23,00 | 0,0003563 | 0,0143 | 0,0037 | 0,0026 | 0,0021 | 0,0018 | 0,0245199 |
| 25 | 24,00 | 0,0002567 | 0,0103 | 0,0027 | 0,0019 | 0,0015 | 0,0013 | 0,0176608 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)



Gambar 4. 3 Hidrograf Debit Banjir Nakayasu Periode Ulang 10 Tahun

4.1.10. Analisis Kapasitas Tampungan Rawa Sogo

Analisis lengkung kapasitas volume rawa sogo diketahui:

| | |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Elevasi dasar pintu air | = +4,5 |
| Dimensi kolam gravitasi: | |
| Panjang (P) | = 1127,25 m |
| Lebar (b) | = 270,63 m |
| Luas (m ²) | = 305067 m ² |
| Koefisien kekasaran (n) | = 0,03 |
| Tinggi efektif (h _{total}) | = 1.7 m |

Contoh perhitungan:

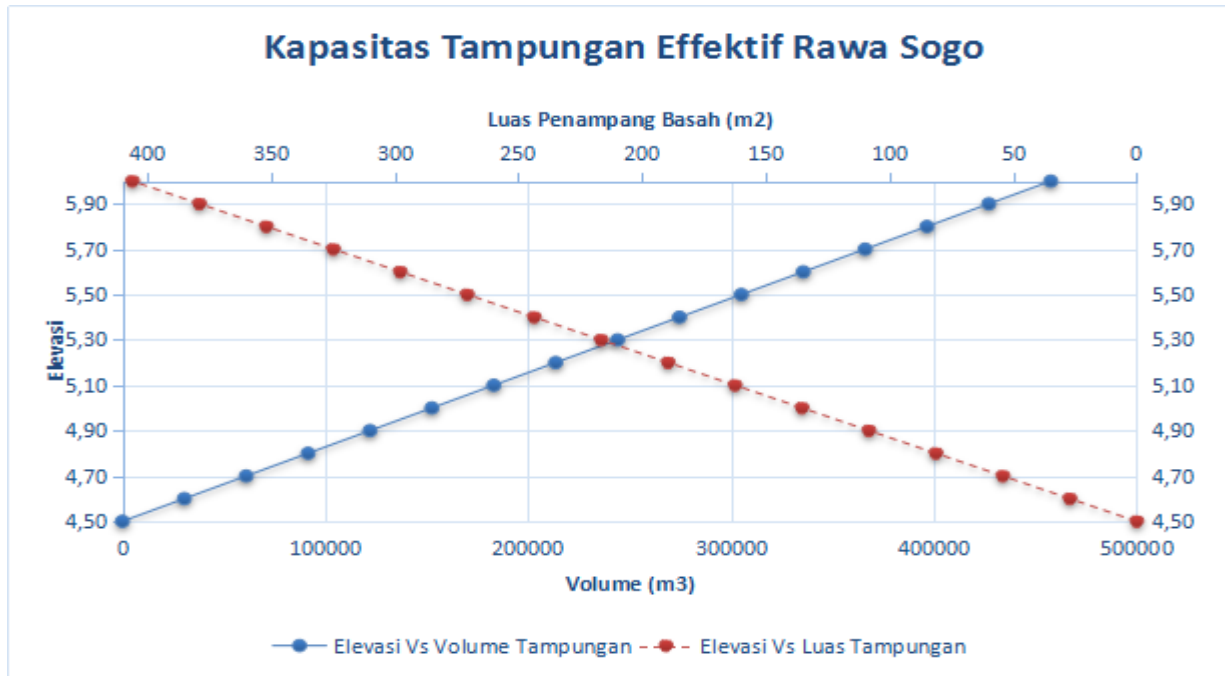
| | |
|-------------|---------------------------------|
| Elevasi 3 | = Elevasi 2 + h3 |
| | = +4,60 + 0,1 m |
| | = +4,70 |
| h Komulatif | = h2 + h3 |
| | = 0,10 + 0,10 m |
| | = 0,20 m |
| A | = b × h Komulatif |
| | = 270,63 m × 0,20 m |
| | = 54 m ² |
| V | = A x P |
| | = 54 m ² × 1127,25 m |
| | = 61013,3 m ³ |

Perhitungan selengkapnya dilihat pada tabel 4.49:

Tabel 4. 45 kapasitas tampungan efektif rawa sogo

| No | Elevasi (m) | Beda Tinggi (h) (m) | h kom (m) | Luas (A) (m ²) | Volume (V) (m ³) |
|----|----------------|------------------------|--------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 4,50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 4,60 | 0,10 | 0,10 | 27 | 30507 |
| 3 | 4,70 | 0,10 | 0,20 | 54 | 61013 |
| 4 | 4,80 | 0,10 | 0,30 | 81 | 91520 |
| 5 | 4,90 | 0,10 | 0,40 | 108 | 122027 |
| 6 | 5,00 | 0,10 | 0,50 | 135 | 152533 |
| 7 | 5,10 | 0,10 | 0,60 | 162 | 183040 |
| 8 | 5,20 | 0,10 | 0,70 | 189 | 213547 |
| 9 | 5,30 | 0,10 | 0,80 | 217 | 244053 |
| 10 | 5,40 | 0,10 | 0,90 | 244 | 274560 |
| 11 | 5,50 | 0,10 | 1,00 | 271 | 305067 |
| 12 | 5,60 | 0,10 | 1,10 | 298 | 335573 |
| 13 | 5,70 | 0,10 | 1,20 | 325 | 366080 |
| 14 | 5,80 | 0,10 | 1,30 | 352 | 396586 |
| 15 | 5,90 | 0,10 | 1,40 | 379 | 427093 |
| 16 | 6,00 | 0,10 | 1,50 | 406 | 457600 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)



Gambar 4. 4 diagram lengkung kapasitas tampungan rawa sogo

4.1.11. *Inflow Dan Outflow Rawa Sogo*

Contoh perhitungan *Inflow* dan *Outflow* pada jam ke-2

$$\begin{aligned}\Delta t_2 &= t_2 - t_1 \\ &= (2,00 \text{ jam} - 1,00 \text{ jam}) \times 3600 \\ &= 1,00 \text{ jam} \times 3600 \\ &= 3600 \text{ detik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume } Inflow \ 2 &= Q_{inflow_2} \times \Delta t_2 \\ &= 36,799 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \\ &= 132475,81 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol. } Inflow \text{ komulatif } \ 2 &= \text{volume kom.1} + \text{vol. } inflow \ 2 \\ &= 59378,52 \text{ m}^3 + 132475,81 \text{ m}^3 \\ &= 191854,33 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume } Outflow \ 2 &= Q_{outflow \ 2} \times \Delta t_2 \\ &= 2,29819 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \\ &= 8273,57 \text{ m}^3/\text{detik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol. } Outflow \text{ komulatif } \ 2 &= \text{vol.Kom. 1} + \text{vol. } Outflow_2 \\ &= 1392,70 \text{ m}^3 + 8273,47 \text{ m}^3 \\ &= 9667,17 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol. Storage } \ 2 &= \text{vol. Storage.1} + \text{vol. } Inflow.2 - \\ &\quad \text{vol. } outflow.2 \\ &= 57984,81 \text{ m}^3 - 132475,81 \text{ m}^3 - \\ &\quad 8273,57 \text{ m}^3 \\ &= 182187,15 \text{ m}^3\end{aligned}$$

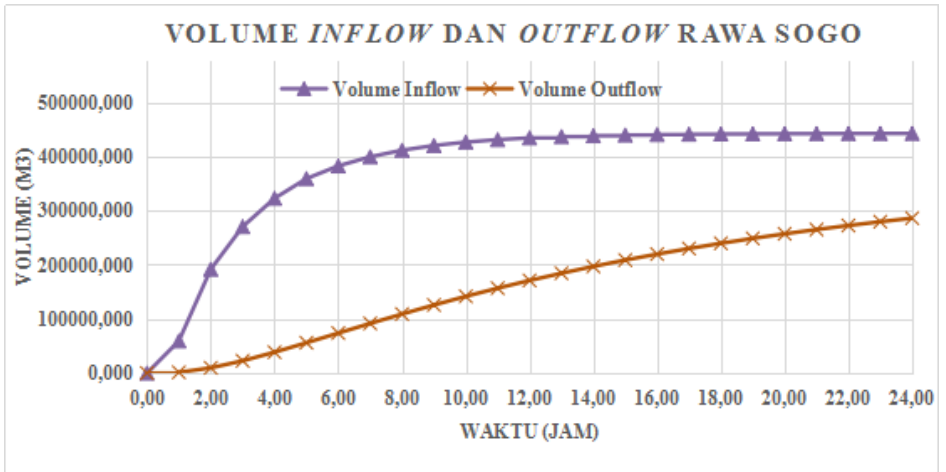
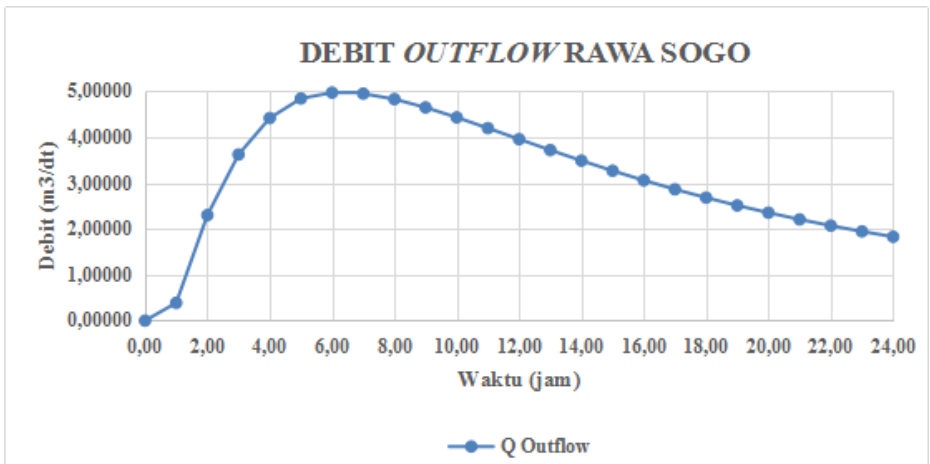
$$\begin{aligned}h \text{ air} &= \text{vol.Storage.2} / \text{Kaps} \\ &\quad \text{tampungannya Rawa Sogo} \\ &= 182187,15 \text{ m}^3 / 305066,5 \text{ m}^2 \\ &= 0.60 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_{saluran_2} &= A_2 \times V_2 \\ &= 2,09 \text{ m}^2 \times 1,10 \text{ m/detik} \\ &= 2,29819 \text{ m}^3/\text{detik}\end{aligned}$$

Perhitungan selengkapnya dilihat pada tabel 4.50:

Tabel 4. 46 *Inflow* dan *Outflow* Rawa Sogo

| t | Δt | Volume Inflow | | | Pintu Air | Volume Outflow | | | Volume Storage | Elv Air+ | Elv Dasar Saluran+ | Saluran Kali konang | | | | Q saluran |
|-------|------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------|--------------------|---------------------|------|------|---------|-----------------------|
| | | Q Inflow | Volume | Vol. Komulatif | | Q outflow | Volume | Vol. Komulatif | | | | h | b | A | V | |
| (jam) | (detik) | (m ³ /det) | (m ³) | (m ³) | | (m ³ /det) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m) | (m) | (m) | (m) | | (m/det) | (m ³ /det) |
| 0,00 | 0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | | 0,00000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 4,50 | 4,50 | 0,00 | 3,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00000 |
| 1,00 | 3600 | 16,494 | 59378,52 | 59378,52 | DI BUKA | 0,38714 | 1393,70 | 1393,70 | 57984,81 | 4,69 | 4,50 | 0,19 | 3,50 | 0,67 | 0,58 | 0,38714 |
| 2,00 | 3600 | 36,799 | 132475,81 | 191854,33 | DI BUKA | 2,29819 | 8273,47 | 9667,17 | 182187,15 | 5,10 | 4,50 | 0,60 | 3,50 | 2,09 | 1,10 | 2,29819 |
| 3,00 | 3600 | 21,853 | 78671,56 | 270525,89 | DI BUKA | 3,62000 | 13032,00 | 22699,18 | 247826,71 | 5,31 | 4,50 | 0,81 | 3,50 | 2,84 | 1,27 | 3,62000 |
| 4,00 | 3600 | 14,536 | 52328,96 | 322854,85 | DI BUKA | 4,41379 | 15889,65 | 38588,83 | 284266,02 | 5,43 | 4,50 | 0,93 | 3,50 | 3,26 | 1,35 | 4,41379 |
| 5,00 | 3600 | 10,110 | 36394,42 | 359249,27 | DI BUKA | 4,84093 | 17427,35 | 56016,18 | 303233,09 | 5,49 | 4,50 | 0,99 | 3,50 | 3,48 | 1,39 | 4,84093 |
| 6,00 | 3600 | 6,527 | 23497,64 | 382746,91 | DI BUKA | 4,96893 | 17888,15 | 73904,32 | 308842,58 | 5,51 | 4,50 | 1,01 | 3,50 | 3,54 | 1,40 | 4,96893 |
| 7,00 | 3600 | 4,674 | 16824,76 | 399571,67 | DI BUKA | 4,94646 | 17807,25 | 91711,57 | 307860,10 | 5,51 | 4,50 | 1,01 | 3,50 | 3,53 | 1,40 | 4,94646 |
| 8,00 | 3600 | 3,366 | 12118,28 | 411689,95 | DI BUKA | 4,82659 | 17375,73 | 109087,30 | 302602,64 | 5,49 | 4,50 | 0,99 | 3,50 | 3,47 | 1,39 | 4,82659 |
| 9,00 | 3600 | 2,425 | 8728,37 | 420418,31 | DI BUKA | 4,64557 | 16724,04 | 125811,34 | 294606,97 | 5,47 | 4,50 | 0,97 | 3,50 | 3,38 | 1,37 | 4,64557 |
| 10,00 | 3600 | 1,746 | 6286,73 | 426705,05 | DI BUKA | 4,42902 | 15944,47 | 141755,82 | 284949,23 | 5,43 | 4,50 | 0,93 | 3,50 | 3,27 | 1,35 | 4,42902 |
| 11,00 | 3600 | 1,258 | 4528,11 | 431233,16 | DI BUKA | 4,19472 | 15100,98 | 156856,79 | 274376,37 | 5,40 | 4,50 | 0,90 | 3,50 | 3,15 | 1,33 | 4,19472 |
| 12,00 | 3600 | 0,906 | 3261,44 | 434494,60 | DI BUKA | 3,95469 | 14236,87 | 171093,67 | 263400,93 | 5,36 | 4,50 | 0,86 | 3,50 | 3,02 | 1,31 | 3,95469 |
| 13,00 | 3600 | 0,653 | 2349,10 | 436843,70 | DI BUKA | 3,71688 | 13380,76 | 184474,43 | 252369,27 | 5,33 | 4,50 | 0,83 | 3,50 | 2,90 | 1,28 | 3,71688 |
| 14,00 | 3600 | 0,470 | 1691,97 | 438535,67 | DI BUKA | 3,48635 | 12550,85 | 197025,27 | 241510,40 | 5,29 | 4,50 | 0,79 | 3,50 | 2,77 | 1,26 | 3,48635 |
| 15,00 | 3600 | 0,339 | 1218,67 | 439754,34 | DI BUKA | 3,26615 | 11758,12 | 208783,40 | 230970,94 | 5,26 | 4,50 | 0,76 | 3,50 | 2,65 | 1,23 | 3,26615 |
| 16,00 | 3600 | 0,244 | 877,76 | 440632,10 | DI BUKA | 3,05795 | 11008,62 | 219792,02 | 220840,08 | 5,22 | 4,50 | 0,72 | 3,50 | 2,53 | 1,21 | 3,05795 |
| 17,00 | 3600 | 0,176 | 632,22 | 441264,32 | DI BUKA | 2,86251 | 10305,02 | 230097,04 | 211167,28 | 5,19 | 4,50 | 0,69 | 3,50 | 2,42 | 1,18 | 2,86251 |
| 18,00 | 3600 | 0,126 | 455,37 | 441719,69 | DI BUKA | 2,67994 | 9647,79 | 239744,83 | 201974,86 | 5,16 | 4,50 | 0,66 | 3,50 | 2,32 | 1,16 | 2,67994 |
| 19,00 | 3600 | 0,091 | 327,98 | 442047,67 | DI BUKA | 2,50999 | 9035,97 | 248780,80 | 193266,87 | 5,13 | 4,50 | 0,63 | 3,50 | 2,22 | 1,13 | 2,50999 |
| 20,00 | 3600 | 0,066 | 236,24 | 442283,91 | DI BUKA | 2,35215 | 8467,72 | 257248,53 | 185035,38 | 5,11 | 4,50 | 0,61 | 3,50 | 2,12 | 1,11 | 2,35215 |
| 21,00 | 3600 | 0,047 | 170,15 | 442454,06 | DI BUKA | 2,20575 | 7940,71 | 265189,24 | 177264,82 | 5,08 | 4,50 | 0,58 | 3,50 | 2,03 | 1,08 | 2,20575 |
| 22,00 | 3600 | 0,034 | 122,55 | 442576,62 | DI BUKA | 2,07010 | 7452,35 | 272641,59 | 169935,03 | 5,06 | 4,50 | 0,56 | 3,50 | 1,95 | 1,06 | 2,07010 |
| 23,00 | 3600 | 0,025 | 88,27 | 442664,89 | DI BUKA | 1,94443 | 6999,96 | 279641,55 | 163023,34 | 5,03 | 4,50 | 0,53 | 3,50 | 1,87 | 1,04 | 1,94443 |
| 24,00 | 3600 | 0,018 | 63,58 | 442728,47 | DI BUKA | 1,82803 | 6580,89 | 286222,44 | 156506,03 | 5,01 | 4,50 | 0,51 | 3,50 | 1,80 | 1,02 | 1,82803 |

Gambar 4. 5 kurva massa *inflow outflow* rawa sogo

Gambar 4. 6 Kurva Massa Outflow Rawa Sogo

4.2. Analisis Kapasitas Tampung Saluran (Full Bank Capacity)

Analisa kapasitas tampung saluran (*full bank capacity*) merupakan analisa hidrolika dengan maksud untuk melakukan evaluasi kapasitas tampung saluran dengan debit banjir rencana periode ulang 2 tahun untuk saluran tersier dan 5 tahun untuk saluran sekunder.

Full Bank Capacity adalah besarnya debit tampungan pada saluran sesuai dengan keadaan di lapangan. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan penampang saluran untuk menampung limpasan air hujan.

Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus Manning, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sangat sederhana tetapi memberikan hasil yang memuaskan. Oleh karena itu rumus ini dapat digunakan secara luas sebagai rumus aliran seragam dalam kapasitas saluran.

Berdasarkan data kondisi eksisting diketahui bahwa saluran berpenampang segi empat sehingga kapasitas saluran dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$Q = A \times V$$

$$A = b \times h$$

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

$$P = b + 2h$$

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

Dimana:

Q= Debit saluran (m³/det)

V= Kecepatan aliran (m/det)

A= Luas penampang basah (m)

n= Koefisien kekasaran manning

R= Jari-jari hidrolis (m)

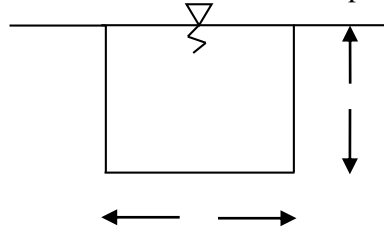
I= Kemiringan dasar saluran (m)

P= Keliling basah saluran (m)

h= Kedalaman saluran (m)

b= Lebar saluran (m)

Gambar 4. 1 Full Bank Capacity



4.2.1. Perhitungan Fullbank Capacity Saluran Tersier

Perhitungan saluran Gilang 1

Data Saluran

- Panjang saluran (L) = 442,26 m
- Kemiringan dasar saluran (I) = 0,0004
- Lebar saluran (b) = 1,50 m
- Kedalaman saluran (h) = 1,20 m
- Koef. Kekasaran Manning (n) = 0,015
- Luas penampang basah:
 - A = $b \times h$
 - = $1,50 \text{ m} \times 1,20 \text{ m}$
 - = $1,80 \text{ m}^2$
- Keliling basah:
 - P = $b + 2h$
 - = $1,50 \text{ m} + 2(1,20 \text{ m})$
 - = $3,90 \text{ m}$
- Jari-jari hidrolis
 - R = A/P
 - = $1,80 \text{ m} / 3,90 \text{ m}$
 - = $0,462 \text{ m}$
- Kecepatan aliran:
 - V = $1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$
 - = $1/0,015 \times 0,462^{2/3} \times 0,0004^{1/2}$

- = 0,821 m/det
- Debit saluran:
 - $Q = V \times A$
 - $= 0,821 \text{ m/det} \times 1,80 \text{ m}^2$
 - $= 1,478 \text{ m}^3/\text{det}$

4.2.2. Perhitungan Fullbank Capacity Saluran Sekunder

Perhitungan Saluran Kali Konang Ruas 6

Data Saluran

- Panjang saluran (L) = 777,11 m
- Kemiringan dasar saluran (I) = 0,0008
- Lebar saluran (b) = 3,00 m
- Kedalaman saluran (h) = 1,50 m
- Koef. Kekasaran Manning (n) = 0,015
- Luas penampang basah:
 - $A = b \times h$
 - $= 3,00 \text{ m} \times 1,50 \text{ m}$
 - $= 4,50 \text{ m}^2$
- Keliling basah:
 - $P = b + 2h$
 - $= 3,00 \text{ m} + 2(1,50 \text{ m})$
 - $= 6,00 \text{ m}$
- Jari-jari hidrolis
 - $R = A/P$
 - $= 4,50 \text{ m}/6,00 \text{ m}$
 - $= 0,750 \text{ m}$
- Kecepatan aliran:
 - $V = 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$
 - $= 1/0,015 \times 0,750^{2/3} \times 0,0008^{1/2}$
 - $= 1,557 \text{ m/det}$
- Debit saluran:
 - $Q = V \times A$
 - $= 1,557 \times 4,50$
 - $= 7,004 \text{ m}^3/\text{det}$

Tabel 4. 47 perhitungan fullbank capacity

| Nama Saluran | L (m) | I | n | Jenis Saluran | b (m) | h (m) | A (m ²) | P (m) | R (m) | R2/3 (m) | V (m/det) | Qtampungan (m ³ /det) | Qrencana (m ³ /det) | Kondisi |
|-----------------------|----------|--------|-------|---------------|----------|----------|------------------------|----------|----------|-------------|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------|
| Saluran Gilang 1 | 442,67 | 0,0004 | 0,015 | Persegi | 1,500 | 1,200 | 1,800 | 3,90 | 0,462 | 0,597 | 0,821 | 1,478 | 1,141 | Aman |
| Kali Konang Ruas. 1 | 171,7 | 0,0008 | 0,015 | Persegi | 3,000 | 1,500 | 4,500 | 6,00 | 0,750 | 0,825 | 1,557 | 7,004 | 1,046 | Aman |
| Saluran Gilang 2 | 1231,31 | 0,0006 | 0,013 | Persegi | 2,000 | 1,200 | 2,400 | 4,40 | 0,545 | 0,668 | 1,214 | 2,913 | 2,731 | Aman |
| Kali Konang Ruas. 2 | 518,29 | 0,0008 | 0,015 | Persegi | 3,000 | 1,500 | 4,500 | 6,00 | 0,750 | 0,825 | 1,557 | 7,004 | 2,951 | Aman |
| Saluran Sawo | 399,62 | 0,0006 | 0,015 | Persegi | 1,500 | 1,200 | 1,800 | 3,90 | 0,462 | 0,597 | 0,975 | 1,755 | 1,294 | Aman |
| Kali Konang Ruas. 3 | 487,3 | 0,0008 | 0,015 | Persegi | 3,000 | 1,500 | 4,500 | 6,00 | 0,750 | 0,825 | 1,557 | 7,004 | 3,547 | Aman |
| Saluran Gotong Royong | 960,11 | 0,0003 | 0,015 | Persegi | 2,000 | 1,200 | 2,400 | 4,40 | 0,545 | 0,668 | 0,719 | 1,725 | 1,815 | Meluber |
| Kali Konang Ruas. 4 | 154,79 | 0,0008 | 0,015 | Persegi | 3,000 | 1,500 | 4,500 | 6,00 | 0,750 | 0,825 | 1,557 | 7,004 | 4,810 | Aman |
| Saluran Banaran | 1789,6 | 0,0009 | 0,013 | Persegi | 3,000 | 1,200 | 3,600 | 5,40 | 0,667 | 0,763 | 1,802 | 6,486 | 6,134 | Aman |
| Kali Konang Ruas. 5 | 388,89 | 0,0008 | 0,015 | Persegi | 3,000 | 1,500 | 4,500 | 6,00 | 0,750 | 0,825 | 1,557 | 7,004 | 4,293 | Aman |
| Saluran Pramuka | 132,04 | 0,0002 | 0,013 | Persegi | 1,500 | 1,200 | 1,800 | 3,90 | 0,462 | 0,597 | 0,651 | 1,172 | 1,158 | Aman |
| Kali Konang Ruas. 6 | 777,11 | 0,0008 | 0,015 | Persegi | 3,000 | 1,500 | 4,500 | 6,00 | 0,750 | 0,825 | 1,557 | 7,004 | 4,251 | Aman |
| Kali Konang Ruas. 7 | 296,8 | 0,0008 | 0,015 | Persegi | 3,500 | 1,500 | 5,250 | 6,50 | 0,808 | 0,867 | 1,635 | 8,586 | 8,629 | Meluber |
| Outflow Rawa Sogo | 305,42 | 0,0008 | 0,015 | Persegi | 3,500 | 1,500 | 5,250 | 6,50 | 0,808 | 0,867 | 1,635 | 8,586 | 4,946 | Aman |
| Kali Konang Ruas. 8 | 1105,3 | 0,0008 | 0,015 | Persegi | 3,500 | 1,500 | 5,250 | 6,50 | 0,808 | 0,867 | 1,635 | 8,586 | 13,576 | Meluber |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.3. Pengendalian Banjir

Pengendalian banjir di Kelurahan Babat adalah dengan cara normalisasi saluran pada Saluran Gotong Royong dan mengalirkan debit banjir yang menuju Kali Konang ruas 7 ke Rawa Sogo, karena saluran Kali Konang ruas 7 tidak dapat di normalisasi akibat lokasinya yang berdempetan dengan pemukiman warga dan tanggul Rawa Sogo.

4.3.1. Normalisasi Saluran Gotong Royong

Normalisasi dilakukan dengan memperdalam saluran dengan mempertimbangkan elevasi dasar saluran tersier tidak lebih rendah dari sekunder.

Contoh perhitungan Saluran Gotong Royong dengan normalisasi saluran:

- Panjang saluran (L) = 960,11 m
- Kemiringan dasar saluran (I) = 0,0003
- Lebar saluran (b) = 2,00 m
- Kedalaman saluran redesain (h) = 1,50 m
- Koef. Kekasaran Manning (n) = 0,015
- Luas penampang basah:
 - A = $b \times h$
 - = $2,00 \text{ m} \times 1,50 \text{ m}$
 - = $3,00 \text{ m}^2$
- Keliling basah:
 - P = $b + 2h$
 - = $2,00 \text{ m} + 2(1,50 \text{ m})$
 - = $5,00 \text{ m}$
- Jari-jari hidrolis
 - R = A/P
 - = $3,00 \text{ m} / 5,00 \text{ m}$
 - = $0,60 \text{ m}$

- Kecepatan aliran:

$$\begin{aligned}V &= 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\ &= 1/0,015 \times 0,60^{2/3} \times 0,0003^{1/2} \\ &= 0,766 \text{ m/det}\end{aligned}$$

- Debit saluran:

$$\begin{aligned}Q &= V \times A \\ &= 0,766 \text{ m/det} \times 3,00 \text{ m}^2 \\ &= 2,297 \text{ m}^3/\text{det} \text{ (aman sesudah dinormalisasi)}\end{aligned}$$

Perhitungan selengkapnya dilihat pada tabel 4.52:

Tabel 4.49 Normalisasi Saluran

| Eksisting | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------|--------|-------|---------------|----------|----------|------------------------|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------|
| Nama Saluran | L (m) | I | n | Jenis Saluran | b (m) | h (m) | A (m ²) | V (m/det) | Qtampungan (m ³ /det) | Qrencana (m ³ /det) | Kondisi |
| Saluran Gotong Royong | 960,11 | 0,0003 | 0,015 | Persegi | 2 | 1,2 | 2,400 | 0,719 | 1,725 | 1,815 | Meluber |
| Normalisasi | | | | | | | | | | | |
| Nama Saluran | L (m) | I | n | Jenis Saluran | b (m) | h (m) | A (m ²) | V (m/det) | Qtampungan (m ³ /det) | Qrencana (m ³ /det) | Kondisi |
| Saluran Gotong Royong | 960,11 | 0,0003 | 0,015 | Persegi | 2 | 1,5 | 3,000 | 0,766 | 2,297 | 1,815 | Aman |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.3.2. Analisis *Inflow* Dan *Outflow* Rawa Sogo, Jika Debit Bajir Kali Konang Mengalir Ke Rawa

Contoh perhitungan *Inflow* dan *Outflow* pada jam ke-2

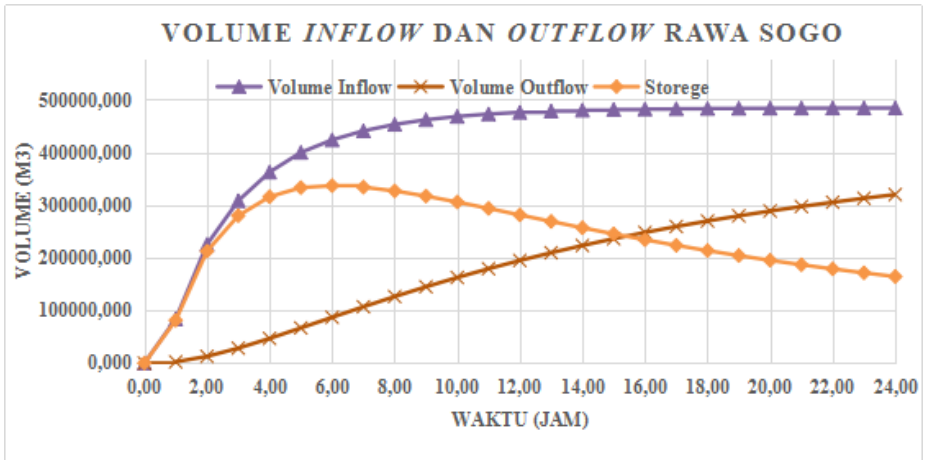
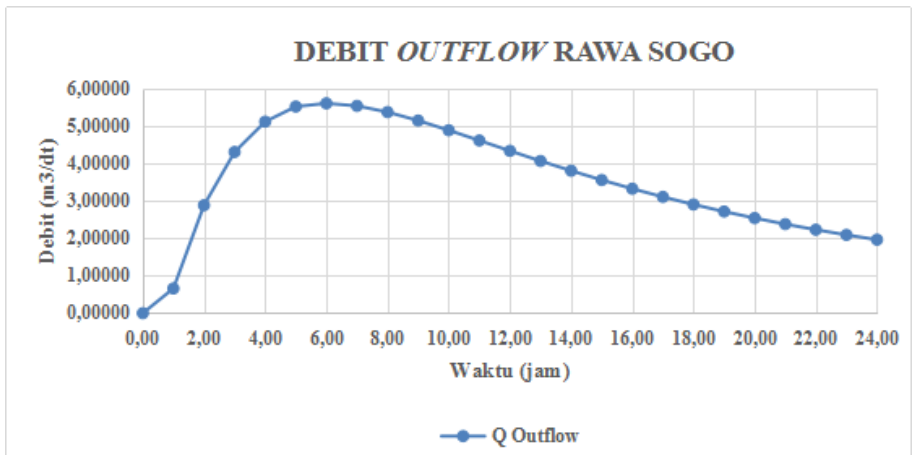
$$\begin{aligned} \Delta t_2 &= t_2 - t_1 \\ &= (2,00 \text{ jam} - 1,00 \text{ jam}) \times 3600 \\ &= 1,00 \text{ jam} \times 3600 \\ &= 3600 \text{ detik} \\ \text{Volume } Inflow \ 2 &= (Q_{inflow_2} + Q_{banjir}) \times \Delta t_2 \\ &= 36,799 \text{ m}^3/\text{detik} + 2,554 \\ &\quad \text{m}^3/\text{detik}) \times 3600 \\ &= 141668,55 \text{ m}^3 \\ \text{Vol. } Inflow \text{ komulatif } 2 &= \text{volume kom.1} + \text{vol. } inflow \ 2 \\ &= 83706,30 \text{ m}^3 + 141668,55 \text{ m}^3 \\ &= 225374,85 \text{ m}^3 \\ \text{Volume } Outflow \ 2 &= Q_{outflow \ 2} \times \Delta t_2 \\ &= 2,890 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \\ &= 10407,11 \text{ m}^3/\text{detik} \\ \text{Vol. } Outflow \text{ komulatif } 2 &= \text{vol. } Outflow \ 1 + \text{vol. } Outflow \ 2 \\ &= 2386,59 \text{ m}^3 + 10407,11 \text{ m}^3 \\ &= 12793,70 \text{ m}^3 \\ \text{Vol. Storage } 2 &= \text{vol. } inflow \text{ kom. } 2 - \text{vol.} \\ &\quad outflow \text{ kom. } 2 \\ &= 225374,85 \text{ m}^3 - 12793,70 \text{ m}^3 \\ &= 212581,15 \text{ m}^3 \\ h \text{ air} &= \text{Elv Muka Air}_2 \text{ (lengkung} \\ &\quad \text{kapasitas)} - \text{Elv dasar saluran} \\ &= +5,20\text{m} - +4,50\text{m} \\ &= 0,70 \text{ m} \\ Q_{saluran_2} &= V_2 \times A_2 \\ &= 1,19 \text{ m/detik} \times 2,44 \text{ m}^2 \\ &= 2,89086 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Perhitungan selengkapnya dilihat pada tabel 4.53:

Tabel 4. 49 Perhitungan volume Inflow dan Ourflow Rawa Sogo, Jika Debit Banjir Kali Konang Di alirkan Ke Rawa Sogo

| t | Δt | Volume Inflow | | | | Pintu Air | Volume Outflow | | | | Volume Storage | Elv Air+ | Elv Dasar Saluran+ | Saluran Kali konang | | | | Q Saluran |
|-------|------------|------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------|--------------------|---------------------|---------|-----------------------|---------|-----------|
| | | Q Inflow | Q Banjir | Volume | Vol. Kumulatif | | Q outflow | Volume | Vol. Kumulatif | h | | | | b | A | V | | |
| (jam) | (detik) | (m ³ /det) | (m ³ /det) | (m ³) | (m ³) | | (m ³ /det) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/det) | (m ³ /det) | | |
| 0,00 | 0 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | | 0,00000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 4,50 | 4,50 | 0,00 | 3,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00000 | |
| 1,00 | 3600 | 16,494 | 6,758 | 83706,30 | 83706,30 | DI BUKA | 0,66294 | 2386,59 | 2386,59 | 81319,71 | 4,77 | 4,50 | 0,27 | 3,50 | 0,93 | 0,71 | 0,66294 | |
| 2,00 | 3600 | 36,799 | 2,554 | 141668,55 | 225374,85 | DI BUKA | 2,89086 | 10407,11 | 12793,70 | 212581,15 | 5,20 | 4,50 | 0,70 | 3,50 | 2,44 | 1,19 | 2,89086 | |
| 3,00 | 3600 | 21,853 | 1,180 | 82917,95 | 308292,80 | DI BUKA | 4,31796 | 15544,67 | 28338,37 | 279954,43 | 5,42 | 4,50 | 0,92 | 3,50 | 3,21 | 1,34 | 4,31796 | |
| 4,00 | 3600 | 14,536 | 0,561 | 54348,49 | 362641,29 | DI BUKA | 5,12954 | 18466,35 | 46804,72 | 315836,57 | 5,54 | 4,50 | 1,04 | 3,50 | 3,62 | 1,42 | 5,12954 | |
| 5,00 | 3600 | 10,110 | 0,262 | 37337,64 | 399978,93 | DI BUKA | 5,53418 | 19923,05 | 66727,77 | 333251,16 | 5,59 | 4,50 | 1,09 | 3,50 | 3,82 | 1,45 | 5,53418 | |
| 6,00 | 3600 | 6,527 | 0,114 | 23907,98 | 423886,91 | DI BUKA | 5,62039 | 20233,41 | 86961,18 | 336925,73 | 5,60 | 4,50 | 1,10 | 3,50 | 3,87 | 1,45 | 5,62039 | |
| 7,00 | 3600 | 4,674 | 0,080 | 17114,17 | 441001,08 | DI BUKA | 5,55289 | 19990,40 | 106951,58 | 334049,50 | 5,60 | 4,50 | 1,10 | 3,50 | 3,83 | 1,45 | 5,55289 | |
| 8,00 | 3600 | 3,366 | 0,040 | 12260,78 | 453261,86 | DI BUKA | 5,38630 | 19390,69 | 126342,27 | 326919,59 | 5,57 | 4,50 | 1,07 | 3,50 | 3,75 | 1,44 | 5,38630 | |
| 9,00 | 3600 | 2,425 | 0,020 | 8798,71 | 462060,57 | DI BUKA | 5,15968 | 18574,84 | 144917,11 | 317143,46 | 5,54 | 4,50 | 1,04 | 3,50 | 3,64 | 1,42 | 5,15968 | |
| 10,00 | 3600 | 1,746 | 0,010 | 6321,54 | 468382,11 | DI BUKA | 4,89998 | 17639,94 | 162557,05 | 305825,07 | 5,50 | 4,50 | 1,00 | 3,50 | 3,51 | 1,40 | 4,89998 | |
| 11,00 | 3600 | 1,258 | 0,005 | 4545,38 | 472927,49 | DI BUKA | 4,62555 | 16651,97 | 179209,01 | 293718,48 | 5,46 | 4,50 | 0,96 | 3,50 | 3,37 | 1,37 | 4,62555 | |
| 12,00 | 3600 | 0,906 | 0,002 | 3270,02 | 476197,52 | DI BUKA | 4,34857 | 15654,84 | 194863,85 | 281333,67 | 5,42 | 4,50 | 0,92 | 3,50 | 3,23 | 1,35 | 4,34857 | |
| 13,00 | 3600 | 0,653 | 0,001 | 2353,38 | 478550,89 | DI BUKA | 4,07694 | 14676,98 | 209540,83 | 269010,06 | 5,38 | 4,50 | 0,88 | 3,50 | 3,09 | 1,32 | 4,07694 | |
| 14,00 | 3600 | 0,470 | 0,001 | 1694,11 | 480245,00 | DI BUKA | 3,81558 | 13736,10 | 223276,93 | 256968,07 | 5,34 | 4,50 | 0,84 | 3,50 | 2,95 | 1,29 | 3,81558 | |
| 15,00 | 3600 | 0,339 | 0,000 | 1219,74 | 481464,74 | DI BUKA | 3,56735 | 12842,45 | 236119,38 | 245345,36 | 5,30 | 4,50 | 0,80 | 3,50 | 2,81 | 1,27 | 3,56735 | |
| 16,00 | 3600 | 0,244 | 0,000 | 878,30 | 482343,04 | DI BUKA | 3,33369 | 12001,29 | 248120,68 | 234222,36 | 5,27 | 4,50 | 0,77 | 3,50 | 2,69 | 1,24 | 3,33369 | |
| 17,00 | 3600 | 0,176 | 0,000 | 632,49 | 482975,53 | DI BUKA | 3,11515 | 11214,53 | 259335,20 | 223640,32 | 5,23 | 4,50 | 0,73 | 3,50 | 2,57 | 1,21 | 3,11515 | |
| 18,00 | 3600 | 0,126 | 0,000 | 455,50 | 483431,03 | DI BUKA | 2,91163 | 10481,85 | 269817,06 | 213613,97 | 5,20 | 4,50 | 0,70 | 3,50 | 2,45 | 1,19 | 2,91163 | |
| 19,00 | 3600 | 0,091 | 0,000 | 328,05 | 483759,08 | DI BUKA | 2,72266 | 9801,59 | 279618,65 | 204140,43 | 5,17 | 4,50 | 0,67 | 3,50 | 2,34 | 1,16 | 2,72266 | |
| 20,00 | 3600 | 0,066 | 0,000 | 236,27 | 483995,35 | DI BUKA | 2,54757 | 9171,24 | 288789,89 | 195205,46 | 5,14 | 4,50 | 0,64 | 3,50 | 2,24 | 1,14 | 2,54757 | |
| 21,00 | 3600 | 0,047 | 0,000 | 170,17 | 484165,52 | DI BUKA | 2,38551 | 8587,85 | 297377,74 | 186787,78 | 5,11 | 4,50 | 0,61 | 3,50 | 2,14 | 1,11 | 2,38551 | |
| 22,00 | 3600 | 0,034 | 0,000 | 122,56 | 484288,08 | DI BUKA | 2,23563 | 8048,27 | 305426,01 | 178862,07 | 5,09 | 4,50 | 0,59 | 3,50 | 2,05 | 1,09 | 2,23563 | |
| 23,00 | 3600 | 0,025 | 0,000 | 88,28 | 484376,36 | DI BUKA | 2,09703 | 7549,32 | 312975,33 | 171401,03 | 5,06 | 4,50 | 0,56 | 3,50 | 1,97 | 1,07 | 2,09704 | |
| 24,00 | 3600 | 0,018 | 0,000 | 63,58 | 484439,94 | DI BUKA | 1,96886 | 7087,90 | 320063,23 | 164376,71 | 5,04 | 4,50 | 0,54 | 3,50 | 1,89 | 1,04 | 1,96886 | |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Gambar 4. 7 kurva massa *inflow outflow* rawa sogoGambar 4. 8. Debit *outflow* rawa sogo

Dari hasil analisis *Inflow* dan *Outflow* di diketahui debit *Outflow* tertinggi 5,62 m³/detik dan tinggi elevasi air tertinggi +5,60 < +6,00 lebih rendah dari elevasi penampang saluran kali konang. Sehingga kapasitas tampungan kali konang aman dan tidak terjadi banjir.

Namun volume di storage Rawa Sogo tidak habis dalam satu hari. Dan jika terjadi hujan ekstrem tiap hari dikawatirkan akan terjadi banjir, maka volume storage harus dihabiskan dalam satu hari

4.3.3. Analisis Inflow Dan Outflow Rawa Sogo, Jika Saluran Di Perlebar Menjadi 5 Meter

Contoh perhitungan *Inflow* dan *Outflow* pada jam ke-2

$$\begin{aligned}
 \Delta t_2 &= t_2 - t_1 \\
 &= (2,00 \text{ jam} - 1,00 \text{ jam}) \times 3600 \\
 &= 1,00 \text{ jam} \times 3600 \\
 &= 3600 \text{ detik} \\
 \text{Volume } Inflow \ 2 &= (Q_{inflow_2} + Q_{banjir}) \times \Delta t_2 \\
 &= 36,799 \text{ m}^3/\text{detik} + 2,554 \\
 &\quad \text{m}^3/\text{detik}) \times 3600 \\
 &= 141668,55 \text{ m}^3 \\
 \text{Vol. } Inflow \text{ komulatif } 2 &= \text{volume kom.1} + \text{vol. } inflow \ 2 \\
 &= 83706,30 \text{ m}^3 + 141668,55 \text{ m}^3 \\
 &= 225374,85 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume } Outflow \ 2 &= Q \ outflow \ 2 \times \Delta t_2 \\
 &= 4,38606 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \\
 &= 15789,81 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 \text{Vol. } Outflow \text{ komulatif } 2 &= \text{vol.kumulatif } 1 + \text{vol.} Outflow 2 \\
 &= 6676,07 \text{ m}^3 + 15789,81 \text{ m}^3 \\
 &= 22465,88 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

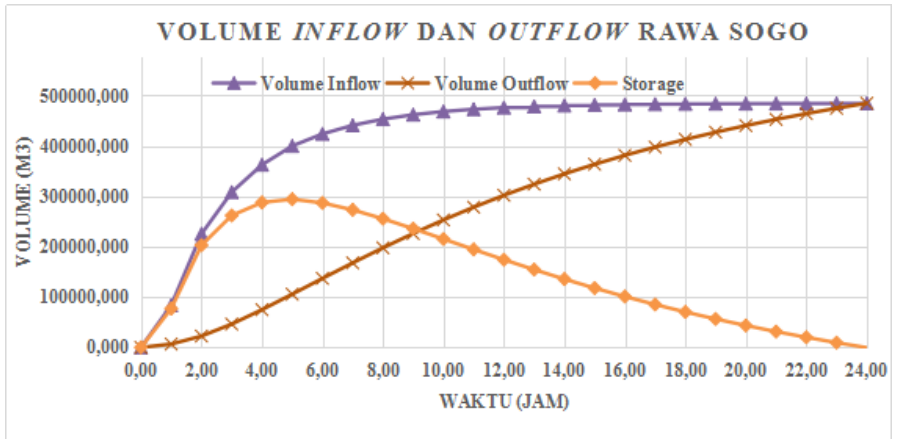
| | |
|-----------------------|--|
| Vol. Storage 2 | = vol. <i>inflow</i> kom. 2 - vol. <i>outflow</i> kom. 2 = $225374,85 \text{ m}^3 - 22465,88 \text{ m}^3$ = $202908,97 \text{ m}^3$ |
| h air | = = Elv Muka Air ₂ (lengkung kapasitas) – Elv dasar saluran = $+5,20\text{m} - +4,50\text{m}$ = 0.70 m |
| Qsaluran ₂ | = $V_2 \times A_2$ = $1,26 \text{ m/detik} \times 3,49 \text{ m}^2$ = $4,38606 \text{ m}^3/\text{detik}$ |

Perhitungan selengkapnya dilihat pada tabel 4.54:

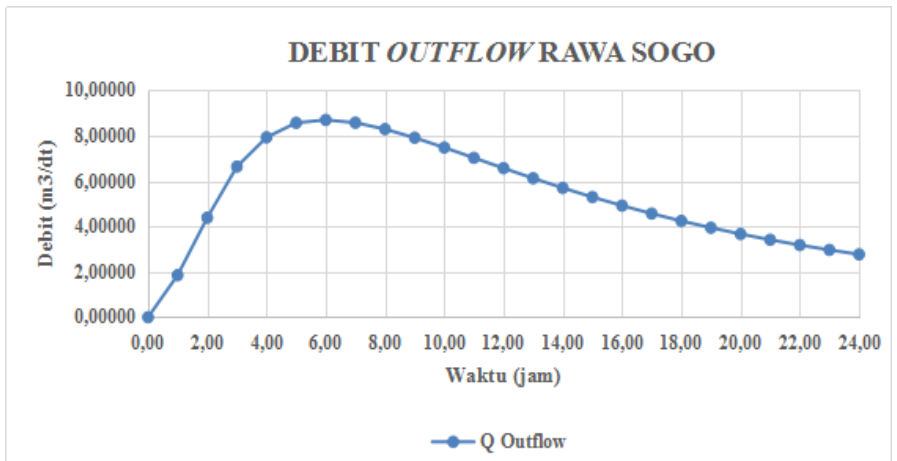
Tabel 4. 51 Perhitungan volume Inflow dan Ourflow Rawa Sogo, Jika Debit Banjir Kali Konang Di alirkan Ke Rawa Sogo

| t | Δt | Volume Inflow | | | | Pintu Air | Volume Outflow | | | Volume Storage | Elv Air+ | Elv Dasar Saluran+ | Saluran Kali konang | | | | Q Saluran |
|-------|------------|------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------|--------------------|---------------------|------|---------|-----------------------|-----------|
| | | Q Inflow | Q Banjir | Volume | Vol. Komulatif | | Q outflow | Volume | Vol. Komulatif | | | | h | b | A | V | |
| (jam) | (detik) | (m ³ /det) | (m ³ /det) | (m ³) | (m ³) | | (m ³ /det) | (m ³) | (m ³) | (m ³) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/det) | (m ³ /det) | |
| 0,00 | 0 | 0,000 | 0,000 | 0,00 | 0,000 | | 0,00000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 4,50 | 4,50 | 0,00 | 5,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00000 |
| 1,00 | 3600 | 16,494 | 6,758 | 83706,30 | 83706,30 | DI BUKA | 1,85446 | 6676,07 | 6676,07 | 77030,23 | 4,90 | 4,50 | 0,40 | 5,00 | 2,00 | 0,93 | 1,85446 |
| 2,00 | 3600 | 36,799 | 2,554 | 141668,55 | 225374,85 | DI BUKA | 4,38606 | 15789,81 | 22465,88 | 202908,97 | 5,20 | 4,50 | 0,70 | 5,00 | 3,49 | 1,26 | 4,38606 |
| 3,00 | 3600 | 21,853 | 1,180 | 82917,95 | 308292,80 | DI BUKA | 6,63470 | 23884,93 | 46350,81 | 261941,99 | 5,42 | 4,50 | 0,92 | 5,00 | 4,59 | 1,45 | 6,63470 |
| 4,00 | 3600 | 14,536 | 0,561 | 54348,49 | 362641,29 | DI BUKA | 7,92536 | 28531,29 | 74882,10 | 287759,19 | 5,53 | 4,50 | 1,03 | 5,00 | 5,17 | 1,53 | 7,92536 |
| 5,00 | 3600 | 10,110 | 0,262 | 37337,64 | 399978,93 | DI BUKA | 8,56646 | 30839,25 | 105721,35 | 294257,58 | 5,59 | 4,50 | 1,09 | 5,00 | 5,46 | 1,57 | 8,56646 |
| 6,00 | 3600 | 6,527 | 0,114 | 23907,98 | 423886,91 | DI BUKA | 8,69357 | 31296,84 | 137018,19 | 286868,72 | 5,60 | 4,50 | 1,10 | 5,00 | 5,51 | 1,58 | 8,69357 |
| 7,00 | 3600 | 4,674 | 0,080 | 17114,17 | 441001,08 | DI BUKA | 8,57113 | 30856,07 | 167874,27 | 273126,81 | 5,59 | 4,50 | 1,09 | 5,00 | 5,46 | 1,57 | 8,57113 |
| 8,00 | 3600 | 3,366 | 0,040 | 12260,78 | 453261,86 | DI BUKA | 8,28815 | 29837,33 | 197711,60 | 255550,26 | 5,57 | 4,50 | 1,07 | 5,00 | 5,34 | 1,55 | 8,28815 |
| 9,00 | 3600 | 2,425 | 0,020 | 8798,71 | 462060,57 | DI BUKA | 7,90865 | 28471,14 | 226182,74 | 235877,83 | 5,53 | 4,50 | 1,03 | 5,00 | 5,17 | 1,53 | 7,90865 |
| 10,00 | 3600 | 1,746 | 0,010 | 6321,54 | 468382,11 | DI BUKA | 7,47701 | 26917,25 | 253099,99 | 215282,13 | 5,49 | 4,50 | 0,99 | 5,00 | 4,97 | 1,50 | 7,47701 |
| 11,00 | 3600 | 1,258 | 0,005 | 4545,38 | 472927,49 | DI BUKA | 7,02339 | 25284,22 | 278384,20 | 194543,29 | 5,45 | 4,50 | 0,95 | 5,00 | 4,77 | 1,47 | 7,02339 |
| 12,00 | 3600 | 0,906 | 0,002 | 3270,02 | 476197,52 | DI BUKA | 6,56781 | 23644,13 | 302028,34 | 174169,18 | 5,41 | 4,50 | 0,91 | 5,00 | 4,56 | 1,44 | 6,56781 |
| 13,00 | 3600 | 0,653 | 0,001 | 2353,38 | 478550,89 | DI BUKA | 6,12317 | 22043,41 | 324071,75 | 154479,15 | 5,37 | 4,50 | 0,87 | 5,00 | 4,35 | 1,41 | 6,12317 |
| 14,00 | 3600 | 0,470 | 0,001 | 1694,11 | 480245,00 | DI BUKA | 5,69739 | 20510,61 | 344582,35 | 135662,65 | 5,33 | 4,50 | 0,83 | 5,00 | 4,14 | 1,37 | 5,69739 |
| 15,00 | 3600 | 0,339 | 0,000 | 1219,74 | 481464,74 | DI BUKA | 5,29500 | 19062,00 | 363644,35 | 117820,38 | 5,29 | 4,50 | 0,79 | 5,00 | 3,95 | 1,34 | 5,29500 |
| 16,00 | 3600 | 0,244 | 0,000 | 878,30 | 482343,04 | DI BUKA | 4,91821 | 17705,55 | 381349,90 | 100993,14 | 5,25 | 4,50 | 0,75 | 5,00 | 3,76 | 1,31 | 4,91821 |
| 17,00 | 3600 | 0,176 | 0,000 | 632,49 | 482975,53 | DI BUKA | 4,56769 | 16443,68 | 397793,58 | 85181,94 | 5,22 | 4,50 | 0,72 | 5,00 | 3,58 | 1,28 | 4,56769 |
| 18,00 | 3600 | 0,126 | 0,000 | 455,50 | 483431,03 | DI BUKA | 4,24313 | 15275,26 | 413068,84 | 70362,18 | 5,18 | 4,50 | 0,68 | 5,00 | 3,41 | 1,24 | 4,24313 |
| 19,00 | 3600 | 0,091 | 0,000 | 328,05 | 483759,08 | DI BUKA | 3,94358 | 14196,90 | 427265,74 | 56493,34 | 5,15 | 4,50 | 0,65 | 5,00 | 3,25 | 1,21 | 3,94358 |
| 20,00 | 3600 | 0,066 | 0,000 | 236,27 | 483995,35 | DI BUKA | 3,66775 | 13203,90 | 440469,64 | 43525,71 | 5,12 | 4,50 | 0,62 | 5,00 | 3,10 | 1,18 | 3,66775 |
| 21,00 | 3600 | 0,047 | 0,000 | 170,17 | 484165,52 | DI BUKA | 3,41413 | 12290,88 | 452760,52 | 31405,00 | 5,09 | 4,50 | 0,59 | 5,00 | 2,96 | 1,15 | 3,41413 |
| 22,00 | 3600 | 0,034 | 0,000 | 122,56 | 484288,08 | DI BUKA | 3,18117 | 11452,20 | 464212,72 | 20075,37 | 5,07 | 4,50 | 0,57 | 5,00 | 2,83 | 1,13 | 3,18117 |
| 23,00 | 3600 | 0,025 | 0,000 | 88,28 | 484376,36 | DI BUKA | 2,96728 | 10682,20 | 474894,91 | 9481,45 | 5,04 | 4,50 | 0,54 | 5,00 | 2,70 | 1,10 | 2,96728 |
| 24,00 | 3600 | 0,018 | 0,000 | 63,58 | 484439,94 | DI BUKA | 2,77095 | 9975,40 | 484870,32 | -430,38 | 5,02 | 4,50 | 0,52 | 5,00 | 2,59 | 1,07 | 2,77095 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)



Gambar 4. 9 kurva massa *inflow outflow* rawa sogo



Gambar 4. 10 Debit *outflow* rawa sogo

Setelah dilakukan percobaan, diketahui untuk mengkosongkan volume banjir yang ditampung di Rawa Sogo maka kapasitas saluran Kali Konang ruas 8 perlu diperbesar dengan cara dilembarkan dimensi saluran sebesar 1,5 meter menjadi 5 meter

4.4. Pintu Air

4.4.1. Perencanaan Pintu Air Rawa Sogo

Direncanakan pintu air yang akan dioperasikan secara manual untuk mengatur aliran air rawa sogo ketika hujan dan tidak hujan. Sehingga air pada rawa dan saluran tetap dapat mengalir secara normal dan air dapat dimanfaatkan pada saat tidak hujan. Untuk penempatan pintu air pada saluran kali konang yang diletakan pada ujung yang dekat dengan rawa sogo . Berikut data perencanaan pintu air:

Lebar pintu air (b pintu) = 4,5 m

Tinggi pintu air (h pintu) = 1,5 m

Tinggi air (h air) = 1,5 m

Koefisien debit (μ) = 1,0 (untuk bukaan di atas permukaan air)

Percepatan gravitasi (g) = 9,8 m/detik²

z = 0,1 (Kehilangan tinggi energi pada bukaan)

bukaan)

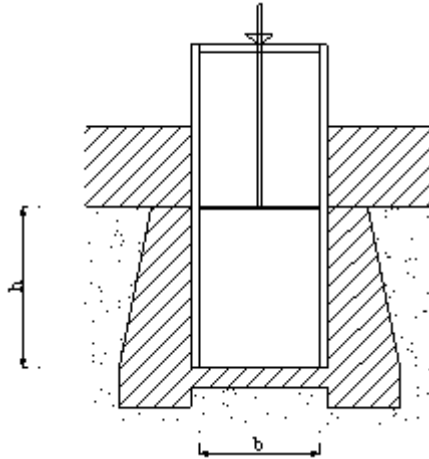
Tinggi bukaan pintu (a) = 1,5 m

Perhitungan debit yang dapat mengalir:

$$Q = \mu \times b \times a\sqrt{2} \times g \times z$$

$$Q = 1,0 \times 4,5 \times 1,5\sqrt{2} \times 9,8 \times 0,1$$

$$Q = 9,45 \text{ m}^3/\text{detik}$$



Gambar 4. 11 Pintu Air

4.4.1.1 Perhitungan Gaya Tekan Air Terhadap Plat Pintu

Berikut perhitungan gaya tekan air terhadap plat pintu air:

$$\begin{aligned}\gamma_w &= 1000 \text{ kg/m}^3 \\ P1 &= \gamma_w \times h \text{ air} \\ &= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 1,5 \text{ m} \\ &= 1500 \text{ kg/m}^2 \\ P2 &= 0\end{aligned}$$

Beban yang bekerja:

$$\begin{aligned}H_a &= \frac{1}{2} \times (P1 + P2) \times h \text{ pintu} \times b \text{ pintu} \\ &= \frac{1}{2} \times (1500 \text{ kg/m}^2 + 0) \times 1,5 \text{ m} \times 4,5 \text{ m} \\ &= 5062,50 \text{ kg}\end{aligned}$$

Perhitungan beban merata:

$$q = H_a / b \text{ pintu}$$

$$= 5062,50 \text{ kg} / 4,5 \text{ m}$$

$$= 1125 \text{ kg/m}$$

4.4.1.2 Perhitungan Tebal Plat Pintu

Direncanakan mutu baja $\mu 22$; $\overline{\sigma a} = 1800 \text{ kg/cm}^2$

$$\sigma = M/W < \overline{\sigma a} = 1800 \text{ kg/cm}^2$$

Dimana:

$$M = 1/8 \times q \times (b \text{ pintu})^2$$

$$= 1/8 \times 1125 \text{ kg/m} \times (4,5 \text{ m})^2$$

$$= 2847,66 \text{ kgm}$$

$$W = 1/6 \times t^2 \times h \text{ pintu}$$

$$= 1/6 \times (0,03 \text{ m})^2 \times 1,5 \text{ m}$$

$$= 0,000225 \text{ m}^3$$

$$\sigma = M/W$$

$$\sigma = 2847,66 \text{ kgm} / 0,000225 \text{ m}^3$$

$$\sigma = 12656250 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma = 1265,625 \text{ kg/cm}^2 < \overline{\sigma a} = 1800 \text{ kg/cm}^2 \text{ (OK)}$$

Untuk gambar desain dan gambar potongan dilihat pada Lampiran

4.4.2. Perencanaan Pintu Air Kali Konang 1

Untuk penempatan pintu air pada Kali Konang yang Berada pada bagian pertemuan antara Kali Konang R 4 dan R6, serta dekat dengan tanggul Rawa sogo. Berikut data perencanaan pintu air:

$$\text{Lebar pintu air (b pintu)} = 4,5 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi pintu air (h pintu)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi air (h air)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Koefisien debit } (\mu) = 1,0 \text{ (untuk bukaan di atas permukaan air)}$$

$$\text{Percepatan gravitasi (g)} = 9,8 \text{ m/detik}^2$$

$z = 0,1$ (Kehilangan tinggi energi pada

bukaan)

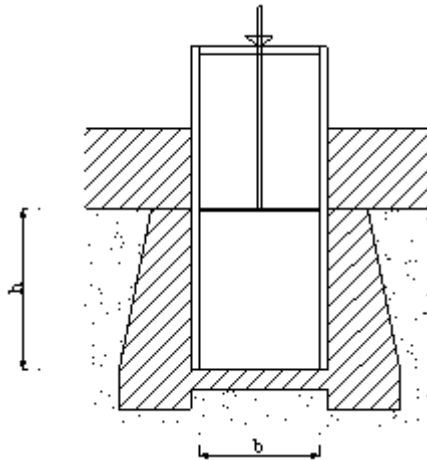
Tinggi bukaan pintu (a) = 1,5 m

Perhitungan debit yang dapat mengalir:

$$Q = \mu \times b \times a\sqrt{2} \times g \times z$$

$$Q = 1,0 \times 4,5 \times 1,5\sqrt{2} \times 9,8 \times 0,1$$

$$Q = 9,45 \text{ m}^3/\text{detik}$$



Gambar 4. 12 Pintu Air

4.4.2.1 Perhitungan Gaya Tekan Air Terhadap Plat Pintu

Berikut perhitungan gaya tekan air terhadap plat pintu air:

$$\gamma_w = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$P1 = \gamma_w \times h \text{ air}$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 1,5 \text{ m}$$

$$= 1500 \text{ kg/m}^2$$

$$P2 = 0$$

Beban yang bekerja:

$$\begin{aligned} Ha &= \frac{1}{2} \times (P1 + P2) \times h \text{ pintu} \times b \text{ pintu} \\ &= \frac{1}{2} \times (1500 \text{ kg/m}^2 + 0) \times 1,5 \text{ m} \times 4,5 \text{ m} \\ &= 5062,50 \text{ kg} \end{aligned}$$

Perhitungan beban merata:

$$\begin{aligned} q &= Ha / b \text{ pintu} \\ &= 5062,50 \text{ kg} / 4,5 \text{ m} \\ &= 1125 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

4.4.2.2 Perhitungan Tebal Plat Pintu

Direncanakan mutu baja $\mu 22$; $\overline{\sigma a} = 1800 \text{ kg/cm}^2$

$$\sigma = M/W < \overline{\sigma a} = 1800 \text{ kg/cm}^2$$

Dimana:

$$\begin{aligned} M &= 1/8 \times q \times (b \text{ pintu})^2 \\ W &= 1/6 \times t^2 \times h \text{ pintu} \\ t &= \text{Tebal pintu} \end{aligned}$$

Direncanakan tebal pintu 2,5 cm,

$$\begin{aligned} M &= 1/8 \times q \times (b \text{ pintu})^2 \\ &= 1/8 \times 1125 \text{ kg/m} \times (4,5 \text{ m})^2 \\ &= 2847,66 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= 1/6 \times t^2 \times h \text{ pintu} \\ &= 1/6 \times (0,03 \text{ m})^2 \times 1,5 \text{ m} \\ &= 0,0002250 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\sigma = M/W$$

$$\sigma = 2847,66 \text{ kgm} / 0,0002250 \text{ m}^3$$

$$\sigma = 1265,625 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma = 1265,625 \text{ kg/cm}^2 < \overline{\sigma a} = 1800 \text{ kg/cm}^2 \text{ (OK)}$$

Untuk gambar desain dan gambar potongan dilihat pada Lampiran

4.4.3. Perencanaan Pintu Air Kali Konang 2

Diletakan pada bagian Kali Konang yang mengarah ke Ruas 7. Berikut data perencanaan pintu air:

Lebar pintu air (b pintu) = 3,0 m

Tinggi pintu air (h pintu) = 1,5 m

Tinggi air (h air) = 1,5 m

Koefisien debit (μ) = 1,0 (untuk bukaan di atas permukaan air)

Percepatan gravitasi (g) = 9,8 m/detik²

z = 0,1 (Kehilangan tinggi energi pada

bukaan)

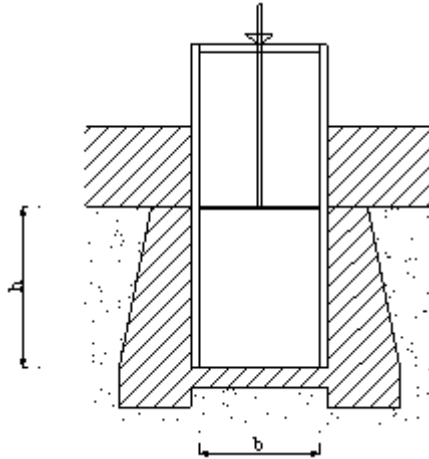
Tinggi bukaan pintu (a) = 1,5 m

Perhitungan debit yang dapat mengalir:

$$Q = \mu \times b \times a\sqrt{2} \times g \times z$$

$$Q = 1,0 \times 3,0 \times 1,5\sqrt{2} \times 9,8 \times 0,1$$

$$Q = 6,30 \text{ m}^3/\text{detik}$$



Gambar 4. 13 Pintu Air

Perhitungan Gaya Tekan Air Terhadap Plat Pintu

Berikut perhitungan gaya tekan air terhadap plat pintu air:

$$\begin{aligned}\gamma_w &= 1000 \text{ kg/m}^3 \\ P1 &= \gamma_w \times h \text{ air} \\ &= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 1,5 \text{ m} \\ &= 1500 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$

$$P2 = 0$$

Beban yang bekerja:

$$\begin{aligned}H_a &= \frac{1}{2} \times (P1 + P2) \times h \text{ pintu} \times b \text{ pintu} \\ &= \frac{1}{2} \times (1500 \text{ kg/m}^2 + 0) \times 1,5 \text{ m} \times 3,0 \text{ m} \\ &= 3375 \text{ kg}\end{aligned}$$

Perhitungan beban merata:

$$\begin{aligned}q &= H_a / b \text{ pintu} \\ &= 5062,50 \text{ kg} / 4,5 \text{ m} \\ &= 1125 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

4.4.3.1 Perhitungan Tebal Plat Pintu

Direncanakan mutu baja $\mu 22$; $\overline{\sigma a} = 1800 \text{ kg/cm}^2$

$$\sigma = M/W < \overline{\sigma a} = 1800 \text{ kg/cm}^2$$

Dimana:

$$M = 1/8 \times q \times (b \text{ pintu})^2$$

$$W = 1/6 \times t^2 \times h \text{ pintu}$$

$$t = \text{Tebal pintu}$$

Direncanakan tebal pintu 2,5 cm,

$$\begin{aligned} M &= 1/8 \times q \times (b \text{ pintu})^2 \\ &= 1/8 \times 1125 \text{ kg/m} \times (3,0 \text{ m})^2 \\ &= 1265,63 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= 1/6 \times t^2 \times h \text{ pintu} \\ &= 1/6 \times (0,02 \text{ m})^2 \times 1,5 \text{ m} \\ &= 0,0001000 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\sigma = M/W$$

$$\sigma = 1265,63 \text{ kgm} / 0,0001000 \text{ m}^3$$

$$\sigma = 12656250 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma = 1265,625 \text{ kg/cm}^2 < \overline{\sigma a} = 1800 \text{ kg/cm}^2 \text{ (OK)}$$

4.4.4. Pengoprasian Pintu Air

Untuk pengoprasian pintu air dilakukan dengan melihat kapasitas tampungan efektif rawa sogo. Rawa sogo selain berfungsi sebagai kolam tampungan pada musim hujan dan rawa sogo juga penyedia air baku untuk 222 hektare sawah. Jadi walaupun laporan ini tidak membahas kebutuhan air, namun agar rawa sogo menyediakan air baku yang optimum maka rawa sogo harus ter isi penuh saat awal musim kemarau.

Tabel 4. 52 pengoprasian Pintu Air

| Bulan | Pintu Air 2 | Pintu Air 3 | Volume Inflow (m ³) | Volume Outflow (m ³) | Volume Yang Di Tampung (m ³) |
|-----------|-------------|--------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Januari | Di Buka | Di Buka | 600133,541 | 600133,541 | 0 |
| Februari | Di Buka | Di Buka | 548509,150 | 548509,150 | 0 |
| Maret | Di Buka | Di Buka | 632398,785 | 632398,785 | 0 |
| April | Di Buka | Di Tutup | 290387,197 | 0,000 | 290387,1973 |
| Mei | Di Buka | Di Tutup | 74210,062 | 0,000 | 364597,2588 |
| Juni | Di Buka | Di Tutup | 9679,573 | 0,000 | 374276,832 |
| July | Di Tutup | Pengoprasian pintu | 0,000 | Kebutuhan Air | - |
| Agustus | Di Tutup | Pengoprasian pintu | 0,000 | Kebutuhan Air | - |
| September | Di Tutup | Pengoprasian pintu | 0,000 | Kebutuhan Air | - |
| Oktober | Di Buka | Di Buka | 45171,342 | 45171,342 | 0 |
| Nopember | Di Buka | Di Buka | 445260,369 | 445260,369 | 0 |
| Desember | Di Buka | Di Buka | 496884,760 | 496884,760 | 0 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Berdasarkan table volume inflow bulanan maka pintu mulai ditutup pada akhir bulan maret agar pada awal musim kemarau rawa sogo telah ter isi penuh. Lalu akan dibuka kembali pada awal musim hujan yaitu antara bulan September dan November

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari pengerjaan tugas akhir ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Penyebab dari banjir di kawasan Kelurahan Babat adalah karena dimensi Saluran Sekunder Kali Konang ruas 7,8 dan Saluran Tersier Gotong Royong tidak mampu menampung debit banjir dan adanya debit banjir tambahan dari Rawa Sogo.
2. Dari hasil analisa hidrologi dan hidrolika debit banjir yang terjadi di kali konang adalah $8,629 \text{ m}^3/\text{det}$ sedangkan kapasitas saluran Kali Konang ruas 7 & 8 adalah $8,586 \text{ m}^3/\text{det}$. Ditambah lagi debit banjir dari Rawa sogo sebesar $4,946 \text{ m}^3/\text{det}$. Sehingga terjadi banjir yang cukup lama
3. Solusi pengendalian banjir untuk Saluran Tersier Gotong Royong adalah normalisasi saluran dengan cara memperdalam saluran sedalam 30 cm, dengan pertimbangan elevasi dasar saluran tersier tidak lebih rendah dari sekunder, Solusi pengendalian banjir untuk Saluran Sekunder Kali Konang adalah dengan mengalirkan debit banjir yang menuju Saluran Kali Konang ruas 7 ke Rawa Sogo melalui pintu air untuk selanjutnya dialirkan menuju Rawa Semando. Dikarenakan Saluran Kali Konang ruas 7 sulit di normalisasi akibat lokasinya yang berdempetan dengan tanggul Rawa Sogo dan pemukiman warga.

4. Dari hasil analisis *Inflow* dan *Outflow* di diketahui debit banjir *Outflow* tertinggi 5,62 m³/detik dan tinggi elevasi air tertinggi +5,60 < +6,00 lebih rendah dari elevasi penampang saluran kali konang. Sehingga kapasitas tampungan kali konang aman dan tidak terjadi banjir.
5. Namun untuk mencegah jika terjadi hujan ekstrim maka volume storage Rawa Sogo harus dikosongkan dalam 24 jam. Dengan cara memperbesar kapasitas saluran Kali Konang, yaitu melebarkan dimensi saluran sebesar 1,5 meter.

5.2. Saran

Diharapkan dilakukan pemeliharaan secara rutin terutama pada saluran tersier dan sekunder seperti pembersihan sedimen atau pengerukan untuk menanggulangi terjadinya sumbatan yang menghalangi aliran banjir.

Perlunya peninjauan Rawa Sogo dan Rawa lain di Kec Babat seperti perawatan berkala pada pintu air dan pengerukan agar Rawa Sogo tidak semakin dangkal. Juga dibutuhkan kesadaran masyarakat akan kebersihan lingkungan serta menghentikan pemanfaatan lahan Rawa Sogo untuk lahan pertanian karena mempercepat pendangkalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Haryono, S. (1999). *Drainase Perkotaan*. Jakarta: PT.Mediatama Saptakarya.
- Soemarto, C. (1987). *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung: NOVA.
- Subarkah, I. (1980). *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharma.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Tahir, R. L. (2015, 10 21). *Pengertian Hidrolika*. Diambil kembali dari hydrauliclaboratory.blogspot.co.id: <http://hydrauliclaboratory.blogspot.co.id/2015/10/pengertian-hidrolika.html>
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.

BIODATA PENULIS

Gita Chesar Simatupang,

Penulis dilahirkan di Surabaya, 4 September 1995, merupakan anak tunggal. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Sidoklumpuk, SMPN 6 Sidoarjo, SMAN 1 Taman, dan Diploma III Teknik Sipil Departemen Teknik Infrastruktur Sipil ITS tahun 2014. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan, seminar, UKM, dan pelatihan yang diadakan oleh Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis juga pernah aktif di beberapa kegiatan, seminar dan kepanitiaan di bidang Teknik Sipil di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.



Muhammad Ridwan,

Penulis dilahirkan di Gresik, 27 Maret 1996, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Banaran1 Lamongan, SMPN 3 Babat Lamongan, SMKN 1 Baureno Bojonegoro dengan mengambil jurusan Teknik Kendaraan Ringan dan Diploma III Teknik Sipil Departemen Teknik Infrastruktur Sipil ITS tahun 2014 dengan mengambil rumpun mata kuliah Bangunan Air. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan, seminar, UKM, dan Pelatihan Yang Diadakan Oleh Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis Juga Aktif Dalam Organisasi Diluar Kampus Terutama Pada Bidang Komunitas Otomotif

LAMPIRAN

Tabel luas daerah di bawah kurva distribusi normal

| t | 0 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| -3,4 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0002 |
| -3,3 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0003 |
| -3,2 | 0,0007 | 0,0007 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0005 | 0,0005 |
| -3,1 | 0,001 | 0,0009 | 0,0009 | 0,0009 | 0,0008 | 0,0008 | 0,0008 | 0,0008 | 0,0007 | 0,0007 |
| -3,0 | 0,0013 | 0,0013 | 0,0013 | 0,0012 | 0,0012 | 0,0011 | 0,0011 | 0,0011 | 0,001 | 0,001 |
| -2,9 | 0,0019 | 0,0018 | 0,0017 | 0,0017 | 0,0016 | 0,0016 | 0,0015 | 0,0015 | 0,0014 | 0,0014 |
| -2,8 | 0,0026 | 0,0025 | 0,0024 | 0,0023 | 0,0022 | 0,0022 | 0,0021 | 0,0021 | 0,002 | 0,0019 |
| -2,7 | 0,0036 | 0,0034 | 0,0033 | 0,0032 | 0,003 | 0,003 | 0,0029 | 0,0028 | 0,0027 | 0,0026 |
| -2,6 | 0,0047 | 0,0045 | 0,0044 | 0,0043 | 0,004 | 0,004 | 0,0039 | 0,0038 | 0,0037 | 0,0036 |
| -2,5 | 0,0062 | 0,006 | 0,0059 | 0,0057 | 0,0055 | 0,0054 | 0,0052 | 0,0051 | 0,0049 | 0,0048 |
| -2,4 | 0,0082 | 0,008 | 0,0078 | 0,0075 | 0,0073 | 0,0071 | 0,0069 | 0,0068 | 0,0066 | 0,0064 |
| -2,3 | 0,0107 | 0,0104 | 0,0102 | 0,0099 | 0,0096 | 0,0094 | 0,0091 | 0,0089 | 0,0087 | 0,0084 |
| -2,2 | 0,0139 | 0,0136 | 0,0132 | 0,0129 | 0,0125 | 0,0122 | 0,0119 | 0,0116 | 0,0113 | 0,011 |
| -2,1 | 0,0179 | 0,0174 | 0,017 | 0,0166 | 0,0162 | 0,0158 | 0,0154 | 0,015 | 0,0146 | 0,0143 |

Tabel luas daerah di bawah kurva distribusi normal (Lanjutan)

| t | 0 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| -2,0 | 0,0228 | 0,0222 | 0,0217 | 0,0212 | 0,0207 | 0,0202 | 0,0197 | 0,0192 | 0,0188 | 0,0183 |
| -1,9 | 0,0287 | 0,0281 | 0,0274 | 0,0268 | 0,0262 | 0,0256 | 0,025 | 0,0244 | 0,029 | 0,0233 |
| -1,8 | 0,0359 | 0,0352 | 0,0344 | 0,0336 | 0,0329 | 0,0322 | 0,0314 | 0,0307 | 0,0301 | 0,0294 |
| -1,7 | 0,0446 | 0,0436 | 0,0427 | 0,0418 | 0,0409 | 0,0401 | 0,0392 | 0,0384 | 0,0375 | 0,0367 |
| -1,6 | 0,0546 | 0,0537 | 0,0526 | 0,0516 | 0,0505 | 0,0495 | 0,0485 | 0,0475 | 0,0465 | 0,0455 |
| -1,5 | 0,0668 | 0,0655 | 0,0643 | 0,063 | 0,0618 | 0,0606 | 0,0594 | 0,0582 | 0,0571 | 0,0559 |
| -1,4 | 0,0808 | 0,0793 | 0,0778 | 0,0764 | 0,0749 | 0,0735 | 0,0722 | 0,0708 | 0,0694 | 0,0681 |
| -1,3 | 0,0968 | 0,0951 | 0,0934 | 0,0918 | 0,0901 | 0,0885 | 0,0869 | 0,0853 | 0,0838 | 0,0823 |
| -1,2 | 0,1151 | 0,1131 | 0,1112 | 0,1093 | 0,1075 | 0,1056 | 0,1038 | 0,102 | 0,1003 | 0,0985 |
| -1,1 | 0,1357 | 0,1335 | 0,1314 | 0,1292 | 0,1271 | 0,1251 | 0,123 | 0,121 | 0,119 | 0,117 |
| -1,0 | 0,1587 | 0,1562 | 0,1539 | 0,1515 | 0,1492 | 0,1469 | 0,1446 | 0,1423 | 0,1401 | 0,1379 |
| -0,9 | 0,1841 | 0,1814 | 0,1788 | 0,1762 | 0,1736 | 0,1711 | 0,1685 | 0,166 | 0,1635 | 0,1611 |
| -0,8 | 0,2119 | 0,209 | 0,2061 | 0,2033 | 0,2006 | 0,1977 | 0,1949 | 0,1922 | 0,1894 | 0,1867 |
| -0,7 | 0,242 | 0,2389 | 0,2358 | 0,2327 | 0,2296 | 0,2266 | 0,2236 | 0,2206 | 0,2177 | 0,2148 |

Tabel luas daerah di bawah kurva distribusi normal (Lanjutan)

| t | 0 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| -0,6 | 0,2743 | 0,2709 | 0,2676 | 0,2643 | 0,2611 | 0,2578 | 0,2546 | 0,2514 | 0,2483 | 0,2451 |
| -0,5 | 0,3085 | 0,305 | 0,3015 | 0,2981 | 0,2946 | 0,2912 | 0,2877 | 0,2843 | 0,281 | 0,2776 |
| -0,4 | 0,3446 | 0,3409 | 0,3372 | 0,3336 | 0,33 | 0,3264 | 0,3228 | 0,3192 | 0,3156 | 0,3121 |
| -0,3 | 0,2831 | 0,3783 | 0,3745 | 0,3707 | 0,3669 | 0,3632 | 0,3594 | 0,3557 | 0,352 | 0,3843 |
| -0,2 | 0,4207 | 0,4168 | 0,4129 | 0,409 | 0,4052 | 0,4013 | 0,3974 | 0,3936 | 0,3897 | 0,3859 |
| -0,1 | 0,4602 | 0,4562 | 0,4522 | 0,4483 | 0,4443 | 0,4404 | 0,4364 | 0,4325 | 0,4286 | 0,4247 |
| 0,0 | 0,5 | 0,496 | 0,492 | 0,488 | 0,484 | 0,4801 | 0,4761 | 0,4721 | 0,4681 | 0,4641 |
| 0 | 0,5 | 0,504 | 0,508 | 0,512 | 0,516 | 0,5199 | 0,5239 | 0,5279 | 0,5319 | 0,5359 |
| 0,1 | 0,5398 | 0,5438 | 0,5478 | 0,5517 | 0,5557 | 0,5596 | 0,5636 | 0,5675 | 0,5714 | 0,5753 |
| 0,2 | 0,5793 | 0,5832 | 0,5871 | 0,591 | 0,5948 | 0,5987 | 0,6026 | 0,6064 | 0,6103 | 0,6141 |
| 0,3 | 0,6179 | 0,6217 | 0,6255 | 0,6293 | 0,6331 | 0,6368 | 0,6406 | 0,6443 | 0,648 | 0,6517 |
| 0,4 | 0,6554 | 0,6591 | 0,6628 | 0,6664 | 0,67 | 0,6736 | 0,6772 | 0,6808 | 0,6844 | 0,6879 |
| 0,5 | 0,6915 | 0,695 | 0,6985 | 0,7019 | 0,7054 | 0,7088 | 0,7123 | 0,7157 | 0,719 | 0,7224 |
| 0,6 | 0,7257 | 0,7291 | 0,7324 | 0,7357 | 0,7389 | 0,7422 | 0,7454 | 0,7486 | 0,7517 | 0,7549 |

Tabel luas daerah di bawah kurva distribusi normal (Lanjutan)

| t | 0 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,7 | 0,758 | 0,7611 | 0,7642 | 0,7673 | 0,7704 | 0,7734 | 0,7764 | 0,7794 | 0,7823 | 0,7852 |
| 0,8 | 0,7881 | 0,791 | 0,7939 | 0,7967 | 0,7995 | 0,8023 | 0,8051 | 0,8078 | 0,8106 | 0,8133 |
| 0,9 | 0,8159 | 0,8186 | 0,8212 | 0,8238 | 0,8264 | 0,8289 | 0,8315 | 0,834 | 0,8365 | 0,8389 |
| 1 | 0,8413 | 0,8438 | 0,8461 | 0,8485 | 0,8508 | 0,8531 | 0,8554 | 0,8577 | 0,8599 | 0,8621 |
| 1,1 | 0,8643 | 0,8665 | 0,8686 | 0,8708 | 0,8729 | 0,8749 | 0,877 | 0,879 | 0,881 | 0,883 |
| 1,2 | 0,8849 | 0,8869 | 0,8888 | 0,8907 | 0,8925 | 0,8944 | 0,8962 | 0,898 | 0,8997 | 0,9015 |
| 1,3 | 0,9032 | 0,9049 | 0,9066 | 0,9082 | 0,9099 | 0,9115 | 0,9131 | 0,9147 | 0,9162 | 0,9177 |
| 1,4 | 0,9192 | 0,9207 | 0,9222 | 0,9236 | 0,9251 | 0,9265 | 0,9278 | 0,9292 | 0,9306 | 0,9319 |
| 1,5 | 0,9332 | 0,9345 | 0,9257 | 0,9357 | 0,9382 | 0,9394 | 0,9406 | 0,9418 | 0,9429 | 0,9441 |
| 1,6 | 0,9452 | 0,9463 | 0,9474 | 0,9484 | 0,9495 | 0,9505 | 0,9515 | 0,9525 | 0,9535 | 0,9545 |
| 1,7 | 0,9554 | 0,9564 | 0,9573 | 0,9582 | 0,9591 | 0,9599 | 0,9608 | 0,9616 | 0,9625 | 0,9633 |
| 1,8 | 0,9641 | 0,9649 | 0,9656 | 0,9664 | 0,9671 | 0,9678 | 0,9686 | 0,9693 | 0,9699 | 0,9706 |
| 1,9 | 0,9713 | 0,9717 | 0,9726 | 0,9732 | 0,9738 | 0,9744 | 0,975 | 0,9756 | 0,9761 | 0,9767 |
| 2 | 0,9772 | 0,9778 | 0,9783 | 0,9788 | 0,9793 | 0,9798 | 0,9803 | 0,9808 | 0,9812 | 0,9817 |

Tabel curah hujan tahun 1992

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | O KT | N O P | DES |
| 1 | 17 | 0 | 12 | 30 | 0 | 17 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 2 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34 | 0 | 0 | 0 | 13 | 35 | 0 |
| 3 | 0 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 119 | 32 | 35 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 43 |
| 5 | 0 | 25 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 27 | 0 | 25 |
| 7 | 0 | 0 | 32 | 0 | 0 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 115 | 36 | 0 |
| 9 | 0 | 0 | 5 | 82 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 10 | 0 |
| 10 | 0 | 70 | 0 | 105 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 |
| 12 | 37 | 0 | 15 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 35 |
| 13 | 0 | 0 | 47 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 80 | 26 | 0 |
| 14 | 3 | 118 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 | 42 | 0 | 0 |
| 15 | 41 | 0 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 55 | 0 | 20 |
| 17 | 0 | 0 | 28 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 12 |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 55 | 0 | 19 | 0 |
| 20 | 15 | 0 | 19 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 |
| 21 | 0 | 78 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| 22 | 0 | 33 | 0 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 58 |
| 23 | 101 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 | 24 |
| 24 | 49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 39 | 0 | 4 | 0 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 28 | 18 | 0 | 0 | 87 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 22 |
| 30 | 92 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 | 9 | 0 |
| 31 | 0 | | 0 | | 27 | | 0 | 0 | | 0 | | 17 |
| Max | 101 | 118 | 47 | 105 | 87 | 34 | 19 | 0 | 55 | 119 | 81 | 58 |
| Total | 455 | 400 | 264 | 266 | 126 | 97 | 33 | 0 | 112 | 559 | 286 | 360 |

Tabel curah hujan tahun 1993

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 6 | 9 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 2 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 6 | 21 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 16 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 26 | 0 | 84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| 10 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 46 | 0 | 5 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 45 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 44 | 0 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 | 0 | 0 |
| 17 | 2 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 |
| 18 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| 20 | 0 | 4 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 72 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| 22 | 18 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 52 |
| 23 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 14 |
| 24 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 12 |
| 25 | 4 | 31 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 8 |
| 26 | 9 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 |
| 27 | 0 | 26 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 29 | 5 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0 |
| 30 | 54 | | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 |
| 31 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | | 0 |
| Max | 72 | 31 | 45 | 84 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 33 | 44 | 52 |
| Total | 271 | 153 | 172 | 192 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 101 | 147 | 131 |

Tabel Curah Hujan Tahun 1994

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NO P | DES |
| 1 | 0 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 |
| 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 2 | 49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 105 | 4 |
| 5 | 0 | 0 | 27 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 53 |
| 8 | 9 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 9 | 55 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 34 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 59 |
| 11 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 5 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| 13 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| 14 | 19 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 20 | 0 | 2 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 16 | 34 | 16 | 56 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 17 | 3 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| 18 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 0 | 42 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 |
| 20 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 18 |
| 21 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 47 |
| 22 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 |
| 23 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 25 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 26 | 65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 |
| 27 | 4 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 26 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 24 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 57 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| Max | 65 | 42 | 56 | 49 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 105 | 59 |
| Total | 544 | 151 | 249 | 90 | 52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 172 | 336 |

Tabel Curah Hujan Tahun 1995

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 0 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 5 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 2 | 0 |
| 5 | 0 | 78 | 18 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 90 | 7 | 23 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 26 | 12 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 8 | 0 | 0 | 4 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 |
| 9 | 42 | 0 | 33 | 23 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 3 | 65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 8 | 5 | 0 | 28 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 12 | 6 | 27 | 14 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 18 | 0 |
| 13 | 2 | 101 | 3 | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 |
| 14 | 10 | 0 | 76 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 37 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 |
| 16 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 | 56 | 7 |
| 17 | 18 | 102 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 11 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 15 | 0 |
| 20 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 67 | 0 |
| 21 | 18 | 18 | 15 | 0 | 23 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 11 | 7 | 6 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 17 |
| 23 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 3 |
| 25 | 15 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 16 |
| 26 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 25 |
| 27 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 |
| 28 | 48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 |
| 29 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 |
| Max | 48 | 102 | 76 | 65 | 24 | 110 | 11 | 0 | 0 | 33 | 67 | 35 |
| Total | 278 | 524 | 298 | 229 | 76 | 165 | 11 | 0 | 0 | 80 | 348 | 133 |

Curah Hujan Tahun 1996

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 |
| 2 | 0 | 32 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 30 |
| 3 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 |
| 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 |
| 5 | 7 | 0 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 48 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 8 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 3 | 0 | 37 | 4 | 105 | 9 | 0 |
| 9 | 0 | 62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 | 7 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 14 | 41 | 22 |
| 11 | 37 | 61 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 5 | 0 | 10 |
| 12 | 0 | 11 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 |
| 13 | 8 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 7 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 15 | 0 | 44 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 | 14 |
| 16 | 15 | 0 | 4 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 14 |
| 19 | 16 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 37 |
| 20 | 10 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 17 | 0 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 22 | 0 |
| 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 51 | 0 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | 37 | 0 |
| 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Max | 37 | 62 | 42 | 30 | 17 | 3 | 22 | 37 | 26 | 105 | 51 | 50 |
| Total | 162 | 318 | 133 | 72 | 22 | 3 | 30 | 37 | 44 | 162 | 269 | 227 |

Fgfg

tabel Curah hujan tahun 1997

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 0 | 0 | 27 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 7 | 7 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 19 | 37 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 4 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 58 | 0 | 0 |
| 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 9 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| 9 | 30 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 24 | 11 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 11 | 16 | 22 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 12 | 0 | 62 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 10 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 |
| 15 | 30 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 7 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 |
| 18 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 18 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 5 | 13 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 |
| 21 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 50 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 111 |
| 24 | 43 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 |
| 25 | 10 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 |
| 28 | 0 | 1 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 0 |
| 29 | 0 | 0 | 21 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| 30 | 2 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Max | 50 | 62 | 34 | 21 | 13 | 26 | 0 | 0 | 0 | 58 | 19 | 111 |
| Total | 300 | 214 | 202 | 60 | 23 | 44 | 0 | 0 | 0 | 58 | 71 | 278 |

Tabel Curah Hujan Rahun 1998

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 0 | 43 | 20 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 40 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 2 | 22 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 | 2 | 47 |
| 6 | 0 | 2 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 22 | 0 | 12 | 0 | 38 | 0 | 0 | 2 | 34 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 55 | 32 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 70 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 36 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 0 | 0 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 17 | 0 | 0 | 50 | 0 | 136 | 32 | 36 | 0 | 0 | 0 | 43 | 5 |
| 18 | 0 | 20 | 0 | 0 | 40 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 5 | 16 | 53 |
| 20 | 0 | 0 | 69 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 90 | 23 |
| 21 | 34 | 30 | 55 | 0 | 0 | 14 | 20 | 0 | 0 | 2 | 37 | 37 |
| 22 | 13 | 0 | 42 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 55 |
| 23 | 0 | 31 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 9 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 10 | 13 | 60 | 6 | 0 | 0 | 12 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 8 | 19 | 0 | 6 | 45 | 15 | 0 |
| 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 16 | 4 | 0 | 13 |
| 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 5 | 0 | 0 | 9 |
| 30 | 0 | | 0 | 7 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 |
| 31 | 20 | | 0 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | 18 |
| Max | 34 | 70 | 69 | 40 | 136 | 45 | 38 | 0 | 24 | 46 | 90 | 55 |
| Total | 111 | 211 | 438 | 203 | 188 | 145 | 221 | 0 | 90 | 143 | 291 | 282 |

Tabel Curah Hujan Tahun 1999

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 7 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 53 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 |
| 5 | 7 | 0 | 0 | 44 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 65 | 0 | 0 | 11 | 0 | 10 | 39 | 0 | 0 | 0 | 41 | 0 |
| 7 | 18 | 5 | 20 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 53 | 0 |
| 8 | 3 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| 9 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 5 |
| 12 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 0 | 8 | 7 | 0 |
| 13 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 13 |
| 14 | 0 | 0 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 9 | 12 |
| 15 | 0 | 0 | 32 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 |
| 17 | 0 | 17 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 67 | 0 |
| 18 | 56 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 |
| 19 | 26 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 13 | 0 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 4 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 12 |
| 22 | 0 | 0 | 32 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 13 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | 5 | 11 | 72 |
| 24 | 22 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 19 | 0 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 | 17 |
| 26 | 38 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 16 |
| 27 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 28 | 0 | 14 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 | 0 | 0 |
| 30 | 8 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0 | 44 |
| 31 | 7 | | 7 | | 0 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 |
| Max | 65 | 26 | 43 | 64 | 10 | 19 | 50 | 0 | 0 | 28 | 67 | 72 |
| Total | 310 | 107 | 196 | 226 | 10 | 39 | 105 | 0 | 0 | 95 | 386 | 242 |

Curah hujan tahun 2000

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 46 | 18 | 20 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 0 |
| 2 | 14 | 65 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 26 | 0 | 20 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 5 | 50 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 6 | 0 |
| 6 | 0 | 76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 |
| 7 | 17 | 34 | 8 | 0 | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 18 | 16 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 16 | 29 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 82 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 |
| 11 | 9 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 |
| 12 | 21 | 0 | 21 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| 13 | 35 | 0 | 24 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 14 |
| 14 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 6 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 4 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 196 | 0 | 3 |
| 17 | 44 | 0 | 6 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 7 | 27 | 0 |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34 | 5 | 0 |
| 19 | 18 | 6 | 17 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 |
| 20 | 28 | 18 | 3 | 58 | 21 | 13 | 0 | 0 | 0 | 4 | 39 | 0 |
| 21 | 0 | 19 | 9 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 22 | 0 | 0 | 28 | 8 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 |
| 23 | 4 | 0 | 31 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 0 |
| 24 | 13 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 25 | 0 | 45 | 0 | 30 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 17 | 0 | 0 | 9 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 10 | 4 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 0 | 0 | 20 | 54 | 0 |
| 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 17 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41 | 19 | 0 |
| 31 | 29 | | 119 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | 0 |
| Max | 82 | 76 | 119 | 58 | 54 | 13 | 60 | 0 | 0 | 196 | 54 | 17 |
| Total | 468 | 337 | 437 | 238 | 175 | 23 | 83 | 0 | 0 | 405 | 228 | 45 |

Tabel Curah Hujan Tahun 2001

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 41 | 18 | 46 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 2 | 0 | 2 | 22 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 32 |
| 3 | 0 | 27 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 33 | 0 |
| 4 | 0 | 29 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 6 | 9 | 4 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 16 | 0 | 0 | 4 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 4 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 9 | 31 | 25 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 16 | 0 |
| 10 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 39 | 12 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 7 |
| 12 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 42 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| 13 | 0 | 23 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 16 | 5 | 4 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 15 | 4 | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 |
| 17 | 31 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 34 |
| 18 | 0 | 0 | 7 | 9 | 0 | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 |
| 19 | 0 | 0 | 76 | 7 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 0 | 0 | 47 | 0 | 0 | 0 | 69 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 21 | 0 | 0 | 12 | 0 | 15 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| 22 | 62 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 26 | 0 | 0 | 33 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 |
| 24 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 3 | 0 |
| 25 | 0 | 7 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 73 | 51 |
| 26 | 0 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 35 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 28 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 | 0 |
| 29 | 24 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 37 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 12 | | 4 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | | 25 |
| Max | 62 | 32 | 76 | 33 | 22 | 42 | 69 | 0 | 0 | 39 | 73 | 51 |
| Total | 401 | 198 | 339 | 131 | 55 | 104 | 134 | 0 | 0 | 89 | 230 | 320 |

Tabel Curah Hujan Tahun 2002

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 0 | 7 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| 2 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| 3 | 0 | 3 | 32 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| 4 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 |
| 5 | 31 | 4 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 6 | 17 | 5 | 13 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 4 | 5 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 10 | 0 | 19 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 11 | 12 | 13 | 9 | 0 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 29 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 |
| 15 | 0 | 14 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 16 | 27 | 21 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 0 | 74 | 0 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 |
| 18 | 0 | 0 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 0 | 13 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 10 |
| 20 | 0 | 66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 22 | 3 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 24 | 21 | 7 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 25 | 6 | 30 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 |
| 26 | 20 | 20 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 27 | 0 | 9 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 20 |
| 28 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| 29 | 0 | | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 24 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 31 | 15 | | 2 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | 0 |
| Max | 31 | 74 | 32 | 39 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 45 |
| Total | 210 | 342 | 199 | 134 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 111 | 154 |

Tabel Curah Hujan Tahun 2003

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 2 | 0 | 0 | 17 | 49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 |
| 2 | 34 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 10 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 4 | 0 | 17 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 87 |
| 5 | 0 | 4 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 4 | 27 |
| 6 | 0 | 0 | 28 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 8 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 51 | 0 | 0 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 53 | 0 | 0 |
| 10 | 10 | 30 | 10 | 25 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 2 | 18 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 13 | 25 | 0 | 20 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 48 |
| 14 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 8 | 3 | 0 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 |
| 16 | 0 | 19 | 0 | 0 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 13 |
| 17 | 0 | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 | 5 |
| 19 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 14 |
| 23 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 11 |
| 25 | 0 | 4 | 16 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 8 | 13 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 0 | 54 | 20 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 5 | 33 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 29 | 0 | | 4 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 | 0 |
| 30 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 0 |
| 31 | 102 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | 33 |
| Max | 102 | 51 | 42 | 25 | 57 | 0 | 0 | 0 | 22 | 53 | 75 | 87 |
| Total | 209 | 279 | 220 | 111 | 217 | 0 | 0 | 0 | 22 | 84 | 261 | 267 |

Tabel Curah Hujan Tahun 2004

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 14 |
| 3 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 19 |
| 4 | 0 | 45 | 14 | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 11 | 0 | 16 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 18 | 0 | 64 | 9 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 4 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 8 | 3 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 44 |
| 10 | 0 | 0 | 29 | 24 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 12 | 0 | 2 | 0 | 25 | 105 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 0 | 54 | 0 | 5 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| 15 | 2 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 17 | 4 | 17 | 0 | 0 | 16 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| 18 | 0 | 0 | 10 | 0 | 2 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 20 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 21 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 22 | 6 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 23 | 0 | 20 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 |
| 24 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| 26 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 2 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 6 | 34 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 |
| 29 | 0 | | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 0 | | 57 | 5 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34 | 5 |
| 31 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | 0 |
| Max | 20 | 45 | 64 | 54 | 42 | 105 | 11 | 0 | 0 | 15 | 34 | 44 |
| Total | 97 | 175 | 307 | 106 | 159 | 148 | 20 | 0 | 0 | 28 | 94 | 164 |

Tabel Curah Hujan Tahun 2005

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 23 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 10 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 5 | 14 |
| 5 | 0 | 2 | 2 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 |
| 6 | 9 | 34 | 0 | 21 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 30 | 0 | 3 | 0 | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 7 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| 9 | 0 | 33 | 53 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 17 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 12 | 0 |
| 12 | 0 | 4 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 5 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 |
| 14 | 39 | 13 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 |
| 17 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| 18 | 35 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| 19 | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 9 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 18 | 0 |
| 21 | 2 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 52 | 0 |
| 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 18 | 47 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 |
| 24 | 0 | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0 | 12 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| 26 | 34 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 0 | 13 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| 29 | 4 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34 |
| 30 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 14 |
| 31 | 0 | | 14 | | 0 | | 0 | 0 | | 13 | | 0 |
| Max | 51 | 41 | 53 | 21 | 75 | 0 | 0 | 18 | 8 | 33 | 52 | 75 |
| Total | 267 | 170 | 144 | 57 | 133 | 0 | 0 | 48 | 14 | 118 | 146 | 364 |

Tabel Curah Hujan Tahun 2006

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 6 | 14 | 4 | 39 | 89 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 6 | 0 | 17 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 |
| 4 | 10 | 0 | 15 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| 6 | 6 | 13 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 6 | 16 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| 8 | 6 | 7 | 0 | 13 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 |
| 9 | 6 | 0 | 0 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 36 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 8 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| 12 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 13 | 0 | 69 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 15 | 0 | 2 | 7 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 45 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 19 | 33 | 54 | 8 | 25 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 23 | 0 | 9 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| 21 | 40 | 16 | 21 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| 22 | 17 | 44 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 0 | 26 | 15 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 11 | 17 | 14 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| 25 | 0 | 19 | 4 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 0 |
| 26 | 6 | 27 | 0 | 12 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| 27 | 0 | 3 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 88 |
| 28 | 0 | 27 | 16 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 29 | 9 | | 2 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 30 | 0 | | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 37 |
| 31 | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | 4 |
| Max | 45 | 69 | 36 | 50 | 89 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 88 |
| Total | 251 | 351 | 242 | 287 | 232 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 111 | 299 |

Tabel Curah Hujan Tahun 2007

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 0 | 14 | 0 | 0 | 4 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 7 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| 4 | 0 | 28 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 |
| 5 | 0 | 40 | 0 | 58 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 34 | 0 |
| 6 | 0 | 28 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| 7 | 0 | 79 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 33 | 26 |
| 8 | 0 | 0 | 94 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| 10 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 0 |
| 12 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 7 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| 14 | 0 | 0 | 8 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 41 | 0 | 11 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 29 | 0 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 57 |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 19 | 0 | 37 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 |
| 20 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| 21 | 0 | 17 | 5 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 9 |
| 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 44 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 25 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 52 |
| 26 | 0 | 8 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 4 |
| 27 | 0 | 34 | 0 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 34 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 |
| 29 | 40 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 30 | 0 | | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 15 | | 0 | 0 | 17 | | 0 | 0 | | | | 0 |
| Max | 44 | 79 | 94 | 58 | 17 | 20 | 17 | 0 | 10 | 14 | 34 | 69 |
| Total | 222 | 401 | 251 | 215 | 36 | 49 | 33 | 0 | 10 | 14 | 179 | 355 |

Tabel Curah Hujan Tahun 2008

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 56 | 0 |
| 3 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 |
| 4 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 14 |
| 6 | 0 | 46 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 88 | 0 |
| 7 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 6 |
| 8 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 | 0 | 115 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| 10 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 11 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 46 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 15 | 8 | 0 | 55 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 37 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 |
| 17 | 15 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 45 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 4 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 13 | 0 | 49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 21 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 0 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 4 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 |
| 26 | 0 | 12 | 45 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 0 | 20 | 8 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 16 |
| 28 | 0 | 24 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 5 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 47 | | 0 | | 0 | | 0 | | | 31 | | 0 |
| Max | 47 | 46 | 55 | 18 | 8 | 3 | 0 | 13 | 23 | 69 | 88 | 115 |
| Total | 219 | 245 | 211 | 48 | 8 | 3 | 0 | 20 | 23 | 129 | 300 | 286 |

Tabel Curah Hujan Tahun 2009

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NO P | DES |
| 1 | 0 | 0 | 63 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 |
| 2 | 0 | 30 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 11 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 4 |
| 5 | 5 | 0 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 7 |
| 6 | 0 | 24 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 7 | 0 | 6 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 9 | 38 | 14 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 36 | 0 | 0 | 5 | 58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 6 | 0 | 0 | 25 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 16 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 53 | 35 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 0 | 54 | 0 | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 5 | 0 |
| 17 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 0 | 22 |
| 21 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 64 |
| 22 | 9 | 20 | 8 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 23 | 0 | 0 | 38 | 0 | 0 | 0 | 86 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 36 | 0 | 36 | 47 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 0 | 30 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 39 | 62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 0 | | 13 | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 84 | 0 |
| 30 | 0 | | 42 | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| 31 | 34 | | 0 | | 0 | | 0 | | | 0 | | 63 |
| Max | 39 | 62 | 63 | 47 | 28 | 58 | 86 | 0 | 50 | 11 | 84 | 64 |
| Total | 164 | 388 | 367 | 100 | 148 | 81 | 86 | 0 | 65 | 18 | 138 | 183 |

Tabel Curah Hujan 2010

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 0 | 4 | 0 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 27 | 18 |
| 2 | 65 | 0 | 7 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 |
| 3 | 0 | 64 | 31 | 10 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 64 | 2 |
| 4 | 0 | 23 | 41 | 13 | 14 | 12 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 5 | 51 | 25 | 2 | 2 | 0 | 0 | 18 | 45 | 0 | 0 | 0 | 48 |
| 6 | 23 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 44 | 0 | 12 | 54 |
| 7 | 9 | 0 | 0 | 62 | 0 | 19 | 0 | 0 | 22 | 41 | 0 | 2 |
| 8 | 6 | 0 | 6 | 3 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 65 | 0 | 2 |
| 9 | 33 | 0 | 0 | 6 | 16 | 4 | 0 | 0 | 0 | 17 | 7 | 0 |
| 10 | 25 | 0 | 4 | 10 | 8 | 0 | 0 | 75 | 0 | 0 | 2 | 7 |
| 11 | 42 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 12 | 13 | 0 | 11 | 63 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 9 | 12 |
| 14 | 0 | 8 | 0 | 0 | 14 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 5 | 0 | 0 | 128 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34 | 18 | 0 | 0 | 21 | 20 | 28 | 0 |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 51 | 0 | 0 |
| 19 | 0 | 0 | 17 | 21 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 20 |
| 20 | 12 | 8 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| 21 | 5 | 12 | 0 | 24 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 |
| 22 | 0 | 0 | 0 | 4 | 12 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 0 | 9 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 32 |
| 24 | 19 | 0 | 95 | 25 | 8 | 0 | 0 | 6 | 0 | 21 | 3 | 0 |
| 25 | 34 | 0 | 14 | 63 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 10 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 | 5 | 0 | 13 | 2 |
| 27 | 22 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 2 |
| 28 | 29 | 7 | 6 | 35 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 30 | 31 | | 27 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 9 | 15 |
| 31 | 29 | | 37 | | 0 | | 0 | 7 | | 0 | | 5 |
| Max | 65 | 64 | 95 | 63 | 128 | 19 | 27 | 75 | 44 | 65 | 64 | 54 |
| Total | 458 | 156 | 319 | 419 | 322 | 73 | 85 | 142 | 135 | 255 | 187 | 248 |

Tabel Curah Hujan Tahun 2011

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 8 |
| 2 | 6 | 58 | 40 | 2 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 3 | 15 | 0 | 1 | 7 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 4 | 9 | 13 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 4 | 0 | 0 | 0 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 6 | 4 | 5 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 25 | 3 | 25 | 18 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 |
| 8 | 4 | 13 | 69 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 39 |
| 9 | 11 | 17 | 4 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48 | 20 |
| 10 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 3 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 12 | 0 | 0 | 6 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 13 | 2 | 25 | 11 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 17 | 0 | 0 | 0 | 80 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 9 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 |
| 16 | 4 | 41 | 0 | 0 | 3 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 | 17 | 8 | 0 | 7 | 0 |
| 18 | 2 | 1 | 0 | 0 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| 19 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 94 | 0 |
| 20 | 1 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 22 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 6 | 2 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 4 | 2 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 12 | 0 |
| 25 | 9 | 0 | 24 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 26 | 0 |
| 26 | 0 | 7 | 16 | 0 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 27 | 21 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 |
| 28 | 4 | 20 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 88 | 39 |
| 29 | 6 | | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 11 | 17 |
| 30 | 26 | | 5 | 9 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| 31 | 5 | | 31 | 0 | 0 | | 0 | 0 | | 17 | | 10 |
| Max | 26 | 58 | 69 | 40 | 80 | 23 | 7 | 17 | 8 | 40 | 94 | 75 |
| Total | 186 | 233 | 291 | 171 | 314 | 23 | 8 | 17 | 8 | 74 | 334 | 301 |

Tabel curah hujan tahun 2012

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 23 | 0 | 11 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 |
| 2 | 20 | 6 | 0 | 2 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 3 | 6 | 2 | 12 | 0 | 14 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 4 | 0 | 90 | 0 | 40 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 7 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 3 |
| 6 | 49 | 9 | 63 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 | 0 |
| 7 | 0 | 9 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| 8 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 55 | 2 |
| 9 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| 10 | 28 | 17 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 11 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 |
| 14 | 38 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 2 | 21 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 16 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 12 |
| 18 | 0 | 0 | 10 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 19 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 9 | 12 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 8 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 |
| 22 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 3 | 10 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 26 | 0 | 0 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 9 |
| 27 | 0 | 0 | 14 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 | 2 |
| 28 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 29 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 5 |
| 30 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 10 |
| 31 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 36 |
| Max | 49 | 90 | 63 | 40 | 14 | 23 | 0 | 0 | 0 | 11 | 55 | 36 |
| Total | 306 | 218 | 217 | 76 | 46 | 38 | 0 | 0 | 0 | 13 | 296 | 149 |

Tabel Curah Hujan 2013

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 20 | 0 | 0 | 8 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 21 | 0 | 0 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 10 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 |
| 5 | 123 | 2 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 6 | 0 | 0 | 5 | 28 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 3 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 34 | 10 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 |
| 9 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 |
| 11 | 0 | 68 | 0 | 5 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 24 |
| 13 | 0 | 2 | 23 | 35 | 9 | 2 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 5 | 8 | 54 | 0 | 30 | 14 | 4 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| 16 | 5 | 4 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 11 |
| 17 | 0 | 6 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 21 | 0 | 2 | 8 | 23 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 2 |
| 19 | 0 | 0 | 27 | 2 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| 20 | 3 | 0 | 6 | 0 | 10 | 6 | 4 | 0 | 0 | 0 | 42 | 0 |
| 21 | 12 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 | 0 |
| 22 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 |
| 23 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 3 |
| 24 | 20 | 0 | 12 | 0 | 3 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 25 | 2 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 42 |
| 26 | 20 | 11 | 42 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 9 |
| 27 | 0 | 36 | 3 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 18 | 0 | 0 | 0 | 2 | 11 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 30 | 0 | 0 | 0 | 2 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 52 | 0 |
| 30 | 44 | | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 48 | | 0 | | 2 | | 0 | 0 | | 0 | | 0 |
| Max | 123 | 68 | 54 | 36 | 30 | 16 | 27 | 30 | 13 | 10 | 52 | 42 |
| Total | 487 | 142 | 259 | 187 | 99 | 97 | 91 | 30 | 19 | 16 | 215 | 209 |

Tabel Curah Hujan Tahun 2014

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 13 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 23 | 0 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 58 |
| 4 | 28 | 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 9 | 0 | 10 | 36 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 19 | 0 | 19 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 105 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 30 | 0 | 6 | 21 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 17 | 39 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 1 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 43 | 3 |
| 12 | 13 | 0 | 15 | 118 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 6 |
| 13 | 0 | 0 | 38 | 4 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 7 | 43 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 2 |
| 15 | 11 | 45 | 0 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 13 |
| 16 | 3 | 3 | 0 | 8 | 16 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| 18 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 14 |
| 19 | 0 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 |
| 20 | 3 | 2 | 34 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 4 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| 22 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 2 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 24 | 0 | 6 | 18 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 35 |
| 25 | 11 | 5 | 0 | 9 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 9 |
| 26 | 3 | 39 | 0 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 68 |
| 27 | 4 | 20 | 0 | 36 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 43 | 0 | 36 |
| 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 70 | 0 |
| 30 | 7 | | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 |
| 31 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | | 70 |
| Max | 30 | 57 | 43 | 118 | 19 | 36 | 6 | 0 | 0 | 43 | 70 | 105 |
| Total | 170 | 264 | 236 | 349 | 75 | 50 | 15 | 0 | 0 | 43 | 204 | 491 |

Tabel Curah Hujan Tahun 2015

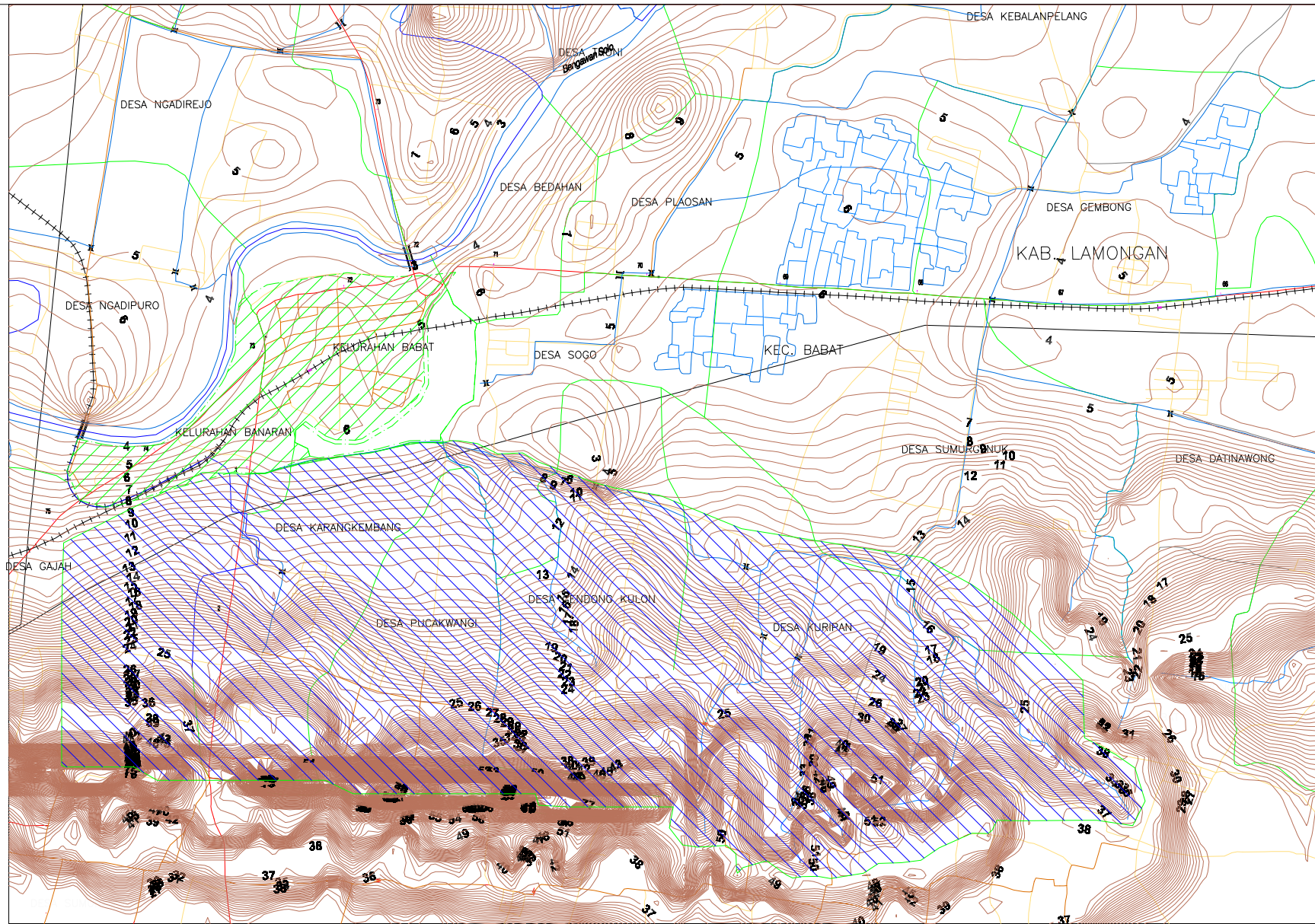
| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 0 | 0 | 15 | 40 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 8 | 38 | 0 | 2 | 49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 64 | 1 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 |
| 4 | 0 | 40 | 0 | 51 | 3 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| 5 | 14 | 35 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 3 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 7 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 |
| 8 | 0 | 0 | 6 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 8 |
| 9 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 11 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 40 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 |
| 14 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 53 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 108 |
| 16 | 0 | 6 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 0 | 13 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 18 | 0 | 33 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 23 | 0 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| 22 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 23 | 0 | 16 | 13 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 7 | 30 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 25 | 8 | 0 | 0 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 0 | 21 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 0 | 8 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49 |
| 28 | 22 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 29 | 2 | | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 37 | | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 80 |
| 31 | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | | 0 |
| Max | 59 | 64 | 31 | 53 | 49 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 108 |
| Total | 188 | 377 | 161 | 367 | 80 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 395 |

Tabel Curah Hujan 2016

| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 11 |
| 2 | 19 | 7 | 55 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 4 |
| 3 | 0 | 0 | 56 | 59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 4 | 10 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 93 | 93 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 23 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 45 | 9 |
| 10 | 2 | 53 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46 | 7 | 0 |
| 11 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 10 | 17 | 3 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 77 | 0 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 10 | 26 | 3 | 0 |
| 15 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 |
| 17 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 |
| 18 | 0 | 48 | 0 | 0 | 38 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 7 | 0 |
| 21 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 20 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 5 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 24 | 18 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 17 |
| 25 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 |
| 26 | 21 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 5 | 5 |
| 27 | 17 | 58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 32 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | 0 |
| 29 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 | 0 |
| 30 | 18 | | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 0 | | 7 | | 47 | | 0 | 0 | | 11 | | 0 |
| Max | 32 | 58 | 93 | 93 | 47 | 9 | 0 | 24 | 10 | 46 | 77 | 17 |
| Total | 202 | 384 | 238 | 234 | 125 | 24 | 0 | 46 | 58 | 151 | 293 | 61 |

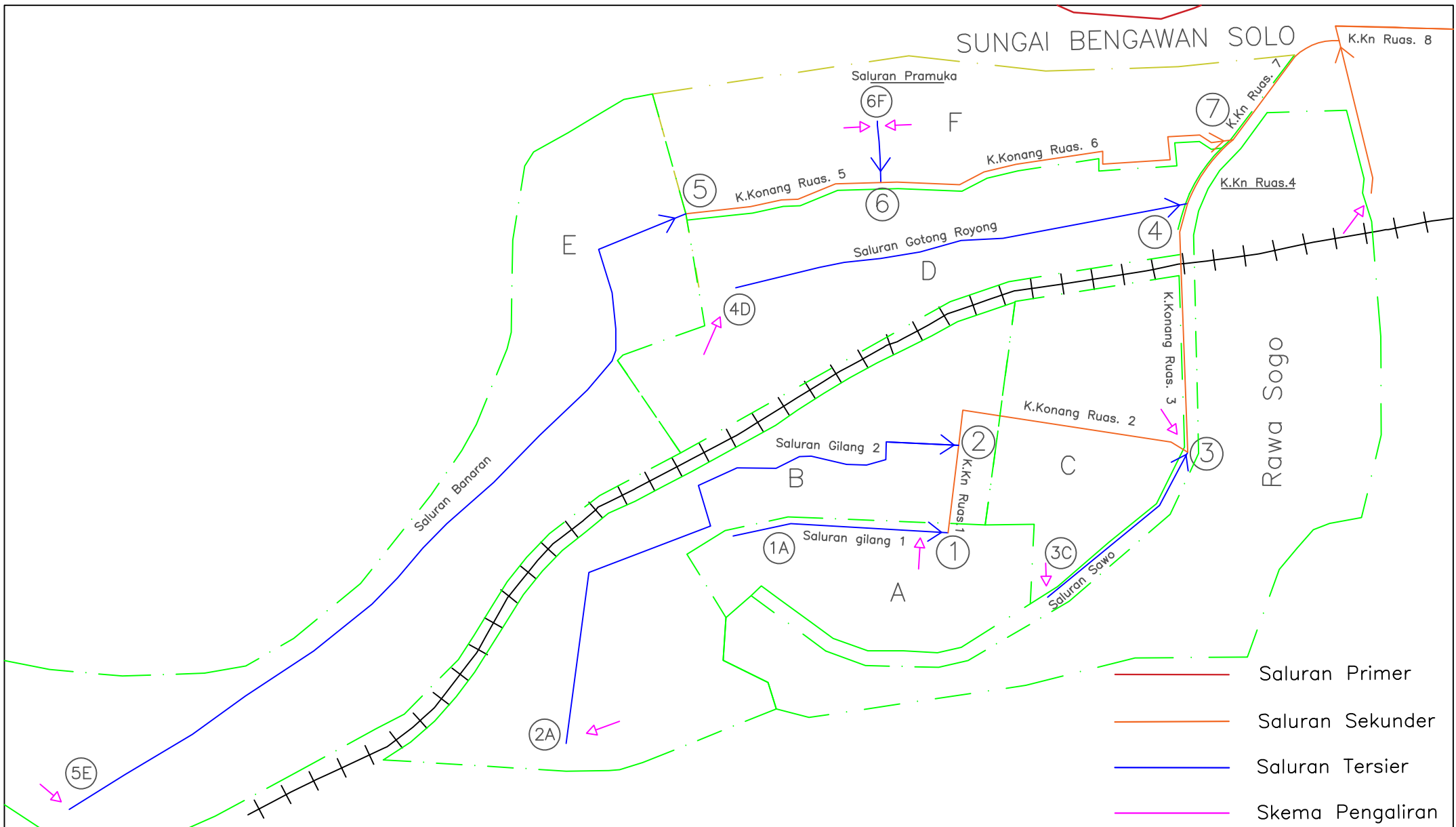
Tabel Curah Hujan Tahun 2017


| TANGGAL | B U L A N (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | JAN | PEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGS | SEP | OKT | NOP | DES |
| 1 | 0 | 25 | 0 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| 2 | 55 | 28 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 5 |
| 3 | 59 | 10 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 4 | 2 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 93 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 7 | 0 | 32 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 45 |
| 7 | 23 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 8 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 |
| 12 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 3 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 6 |
| 14 | 0 | 0 | 30 | 4 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 45 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 16 | 0 | 50 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 |
| 17 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 | 0 | 0 |
| 18 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 | 35 | 19 |
| 19 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| 20 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 54 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 |
| 24 | 0 | 64 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 10 | 0 |
| 25 | 2 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 26 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 27 | 0 | 2 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 28 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 43 | 12 |
| 29 | 0 | | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 30 | 0 |
| 30 | 0 | | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 7 | | 0 | | 0 | | 0 | 0 | | 0 | | 0 |
| Max | 93 | 64 | 37 | 35 | 8 | 9 | 38 | 33 | 4 | 51 | 43 | 54 |
| Total | 241 | 285 | 174 | 166 | 17 | 21 | 63 | 33 | 4 | 179 | 195 | 226 |

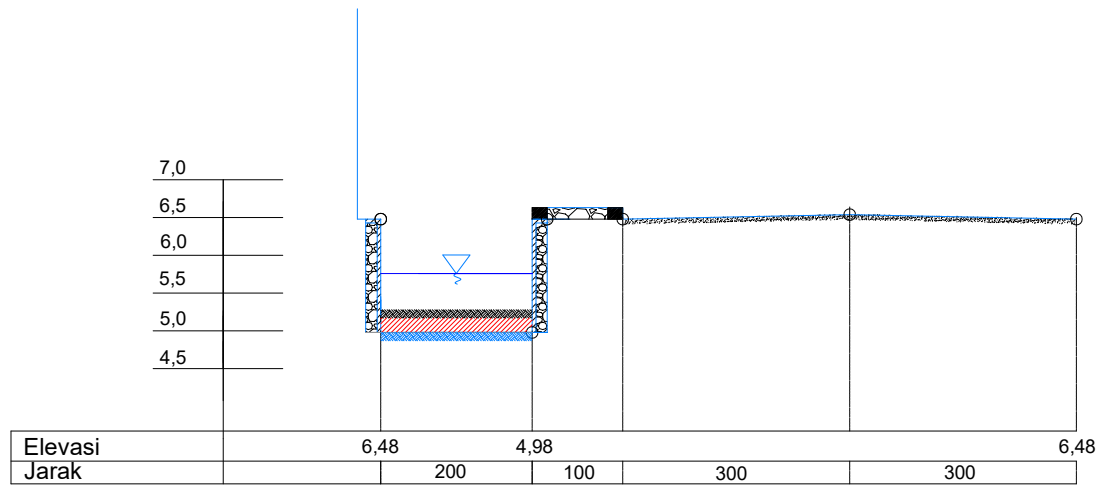


DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER

| JUDUL TUGAS AKHIR | NAMA GAMBAR | NAMA MAHASISWA | SKALA | NOMER | JUMLAH |
|---|---|--|------------|-------|--------|
| PENGENDALIAN RAWA SOGO SEBAGAI UPAYA PENANGGULANGAN BAJIR KALI KONANG, BABAT, LAMONGAN | KONTUR DAN DAERAH ALIRAN SUNGAI YANG BERMUARA KE RAWA SOGO | GITA CHESAR S 1011140000119 MUHAMMAD RIDWAN 1011140000136 | 1 : 40.000 | 01 | 18 |



| | | | | | | |
|---|---|--|--|------------|-------|--------|
|  <p>DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p> | JUDUL TUGAS AKHIR | NAMA GAMBAR | NAMA MAHASISWA | SKALA | NOMER | JUMLAH |
| | PENGENDALIAN RAWA SOGO SEBAGAI UPAYA PENANGGULANGAN BAJIR KALI KONANG, BABAT, LAMONGAN | SKEMA JARINGAN KALI KONANG EXISTING | GITA CHESAR S 1011140000119 MUHAMMAD RIDWAN 1011140000136 | 1 : 10.000 | 02 | 18 |



REDESAIN SAL. GOTONG ROYONG STA 0+100

| | |
|--|------------------------|
| | NOTASI BATU KALI |
| | NOTASI JALAN |
| | NOTASI TANAH ASLI |
| | NOTASI PLESTER TANGGUL |



DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PENGENDALIAN RAWA SOGO
SEBAGAI UPAYA
PENANGGULANGAN BAJIR
KALI KONANG, BABAT,
LAMONGAN

NAMA GAMBAR

GAMBAR CROSS
SECTION SALURAN
GOTONG ROYONG
NORMALISASI STA
0+100

NAMA MAHASISWA

GITA CHESAR S
1011140000119
MUHAMMAD RIDWAN
1011140000136

SKALA

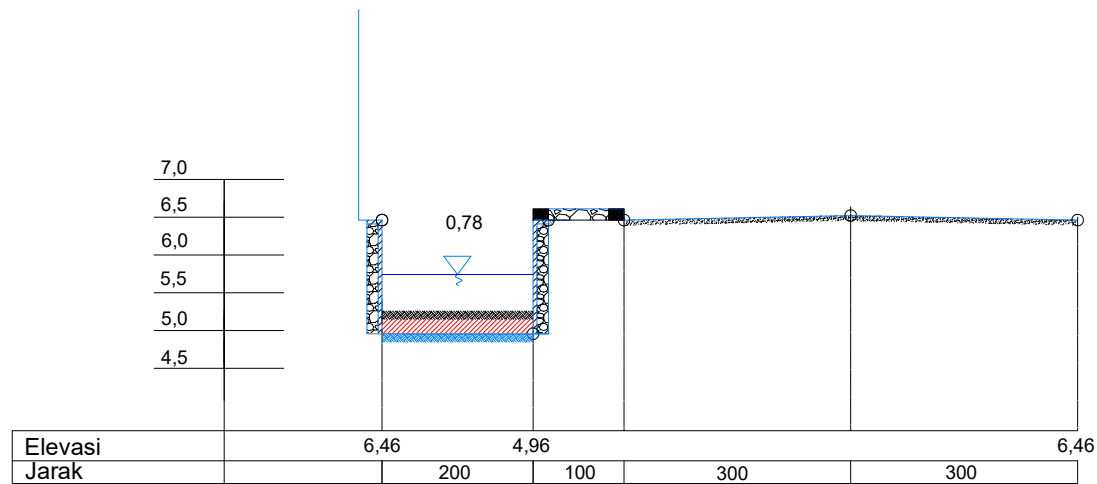
1 : 100

NOMER

03

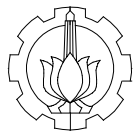
JUMLAH

18



REDESAIN SAL. GOTONG ROYONG STA 0+200

| | |
|--|------------------------|
| | NOTASI BATU KALI |
| | NOTASI JALAN |
| | NOTASI TANAH ASLI |
| | NOTASI PLESTER TANGGUL |



DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PENGENDALIAN RAWA SOGO
SEBAGAI UPAYA
PENANGGULANGAN BAJIR
KALI KONANG, BABAT,
LAMONGAN

NAMA GAMBAR

GAMBAR CROSS
SECTION SALURAN
GOTONG ROYONG
NORMALISASI STA
0+200

NAMA MAHASISWA

GITA CHESAR S
1011140000119
MUHAMMAD RIDWAN
1011140000136

SKALA

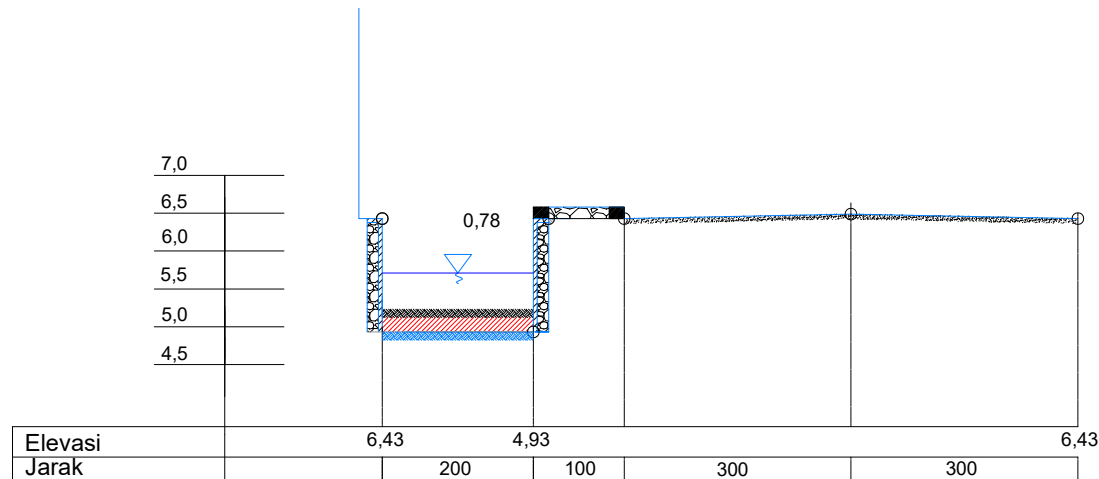
1 : 100

NOMER

4

JUMLAH

18



REDESAIN SAL. GOTONG ROYONG STA 0+300

| | |
|--|------------------------|
| | NOTASI BATU KALI |
| | NOTASI JALAN |
| | NOTASI TANAH ASLI |
| | NOTASI PLESTER TANGGUL |



DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PENGENDALIAN RAWA SOGO
SEBAGAI UPAYA
PENANGGULANGAN BAJIR
KALI KONANG, BABAT,
LAMONGAN

NAMA GAMBAR

GAMBAR CROSS
SECTION SALURAN
GOTONG ROYONG
NORMALISASI STA
0+300

NAMA MAHASISWA

GITA CHESAR S
1011140000119
MUHAMMAD RIDWAN
1011140000136

SKALA

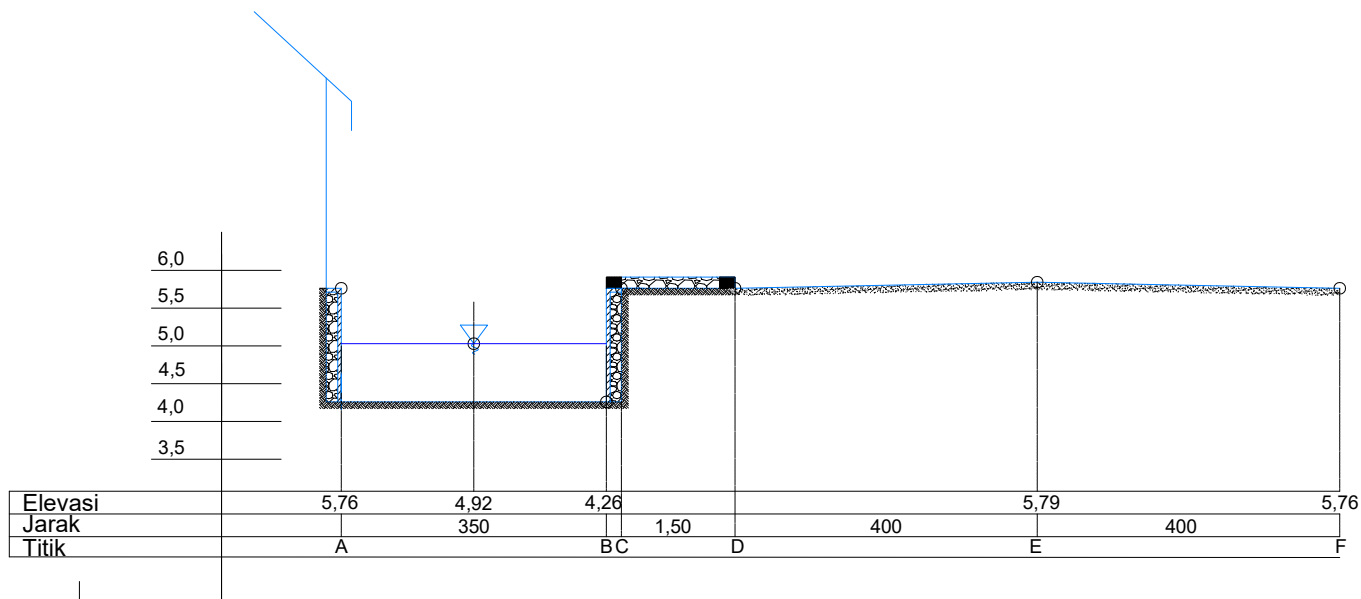
1 : 100

NOMER

5

JUMLAH

18



SAL. EKSISTING KALI KONANG STA 0+300

| | |
|--|------------------------|
| | NOTASI BATU KALI |
| | NOTASI JALAN |
| | NOTASI TANAH ASLI |
| | NOTASI PLESTER TANGGUL |



DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PENGENDALIAN RAWA SOGO
SEBAGAI UPAYA
PENANGGULANGAN BAJIR
KALI KONANG, BABAT,
LAMONGAN

NAMA GAMBAR

GAMBAR CROSS
SECTION SALURAN
KALI KONANG
EKSISTING STA 0+300

NAMA MAHASISWA

GITA CHESAR S
1011140000119
MUHAMMAD RIDWAN
1011140000136

SKALA

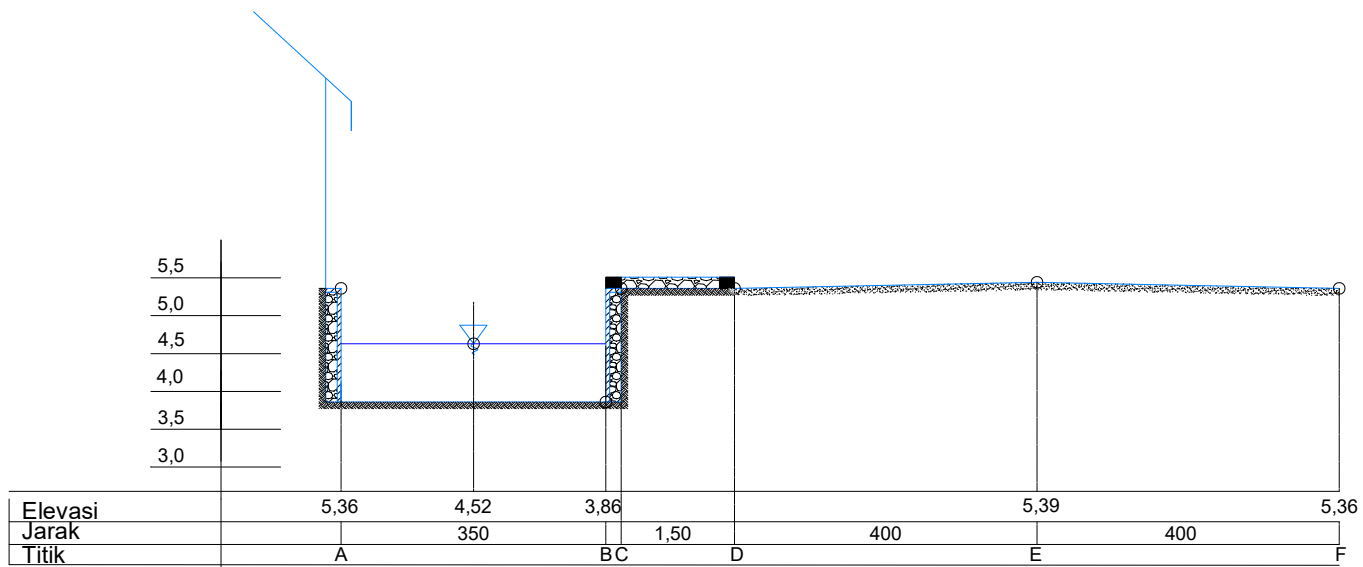
1 : 100

NOMER

06

JUMLAH

18



SAL. EKSISTING KALI KONANG STA 0+800

| | |
|--|------------------------|
| | NOTASI BATU KALI |
| | NOTASI JALAN |
| | NOTASI TANAH ASLI |
| | NOTASI PLESTER TANGGUL |



DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PENGENDALIAN RAWA SOGO
SEBAGAI UPAYA
PENANGGULANGAN BAJIR
KALI KONANG, BABAT,
LAMONGAN

NAMA GAMBAR

GAMBAR CROSS
SECTION SALURAN
KALI KONANG
EKSISTING STA 0+800

NAMA MAHASISWA

GITA CHESAR S
1011140000119
MUHAMMAD RIDWAN
1011140000136

SKALA

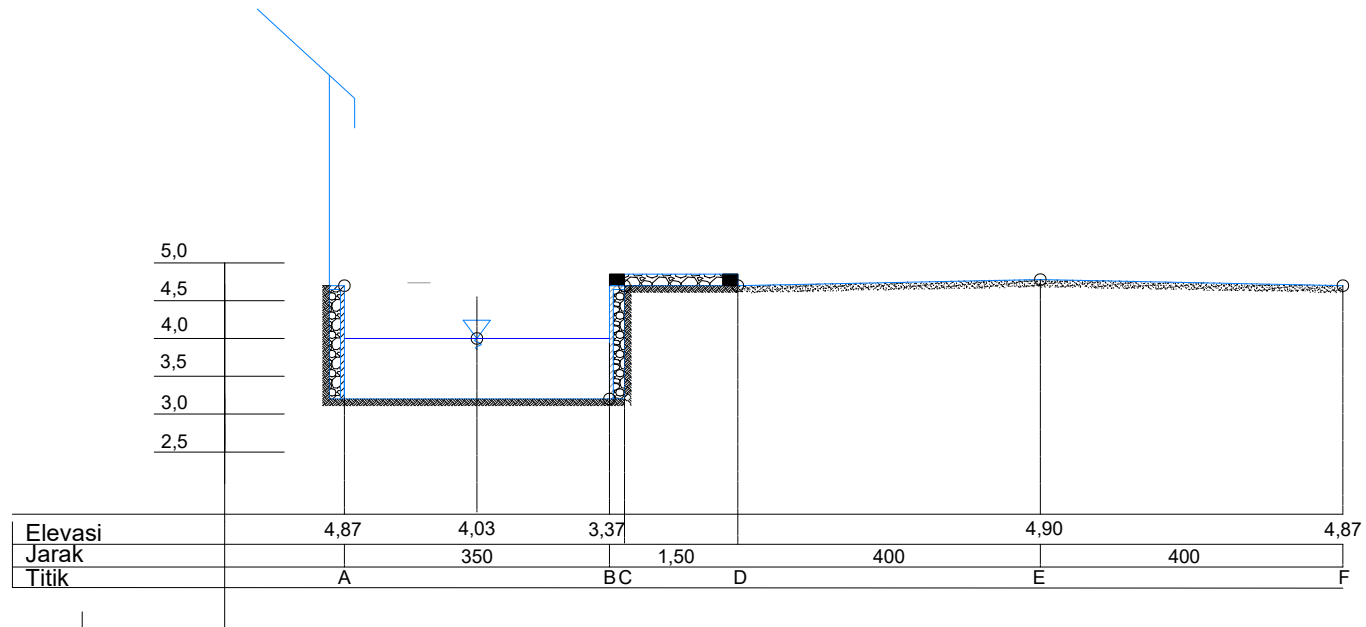
1 : 100

NOMER

07

JUMLAH

18



SAL. EKSISTING KALI KONANG STA 1+411

| | |
|--|------------------------|
| | NOTASI BATU KALI |
| | NOTASI JALAN |
| | NOTASI TANAH ASLI |
| | NOTASI PLESTER TANGGUL |



DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PENGENDALIAN RAWA SOGO
SEBAGAI UPAYA
PENANGGULANGAN BAJIR
KALI KONANG, BABAT,
LAMONGAN

NAMA GAMBAR

GAMBAR CROSS
SECTION SALURAN
KALI KONANG
EKSISTING STA 1+411

NAMA MAHASISWA

GITA CHESAR S
1011140000119
MUHAMMAD RIDWAN
1011140000136

SKALA

1 : 100

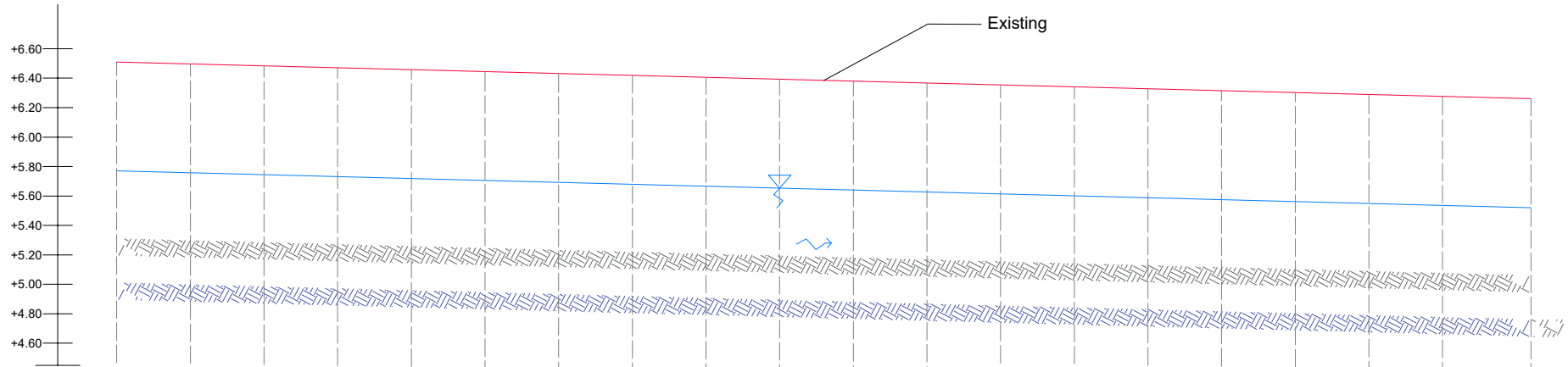
NOMER

08

JUMLAH

18

1.500 m

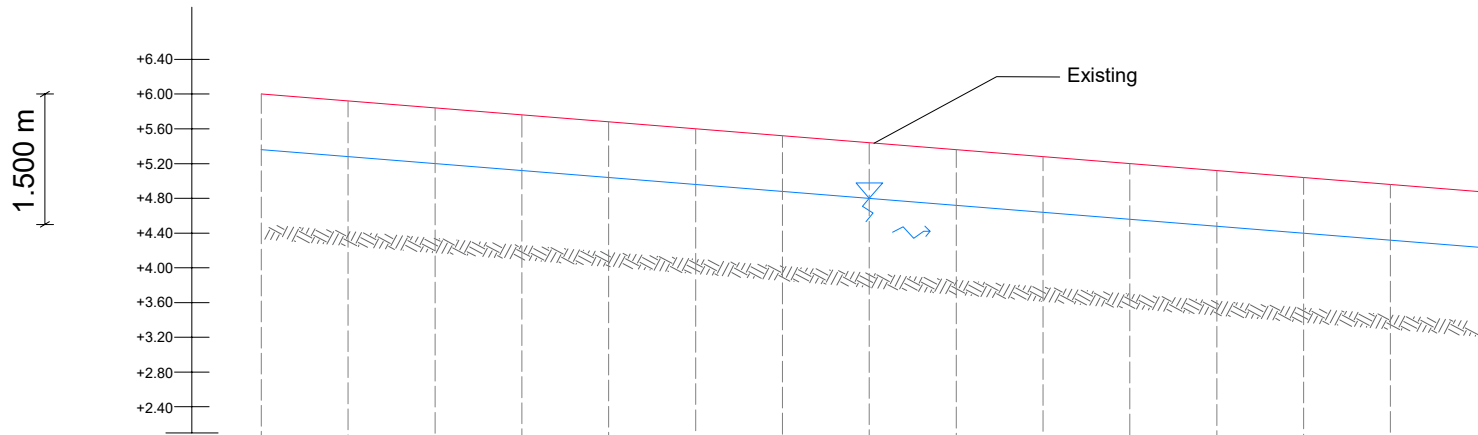


| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| STA 0+ | 000 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 960 |
| Elv. Muka Air (m) | +5.77 | +5.75 | +5.74 | +5.73 | +5.72 | +5.70 | +5.69 | +5.68 | +5.66 | +5.65 | +5.64 | +5.62 | +5.61 | +5.60 | +5.58 | +5.57 | +5.56 | +5.55 | +5.53 | +5.52 |
| Elv. Penampang (m) | +6.51 | +6.50 | +6.48 | +6.47 | +6.46 | +6.45 | +6.43 | +6.42 | +6.41 | +6.39 | +6.38 | +6.37 | +6.35 | +6.34 | +6.33 | +6.32 | +6.30 | +6.29 | +6.28 | +6.26 |
| Elv. Dasar Sungai (m) | +5.01 | +5.00 | +4.98 | +4.97 | +4.96 | +4.95 | +4.93 | +4.92 | +4.91 | +4.89 | +4.88 | +4.87 | +4.85 | +4.84 | +4.83 | +4.82 | +4.80 | +4.79 | +4.78 | +4.76 |
| Jarak (m) | | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 60.00 |



DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER

| | | | | | |
|--|--|--|----------------------------|-------|--------|
| JUDUL TUGAS AKHIR | NAMA GAMBAR | NAMA MAHASISWA | SKALA | NOMER | JUMLAH |
| PENGENDALIAN RAWA SOGO SEBAGAI UPAYA PENANGGULANGAN BAJIR KALI KONANG, BABAT, LAMONGAN | GAMBAR LONG SECTION SALURAN GOTONG ROYONG NORMALISASI | GITA CHESAR S 1011140000119 MUHAMMAD RIDWAN 1011140000136 | H = 1 : 1000 V = 1 : 25 | 09 | 18 |



| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| STA 0+ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elv. Muka Air (m) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elv. Penampang (m) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elv. Dasar Sungai (m) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jarak (m) | | | | | | | | | | | | | | | | |



DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PENGENDALIAN RAWA SOGO
SEBAGAI UPAYA
PENANGGULANGAN BAJIR
KALI KONANG, BABAT,
LAMONGAN

NAMA GAMBAR

GAMBAR LONG
SECTION SALURAN
KALI KONANG
EKSISTING

NAMA MAHASISWA

GITA CHESAR S
1011140000119
MUHAMMAD RIDWAN
1011140000136

SKALA

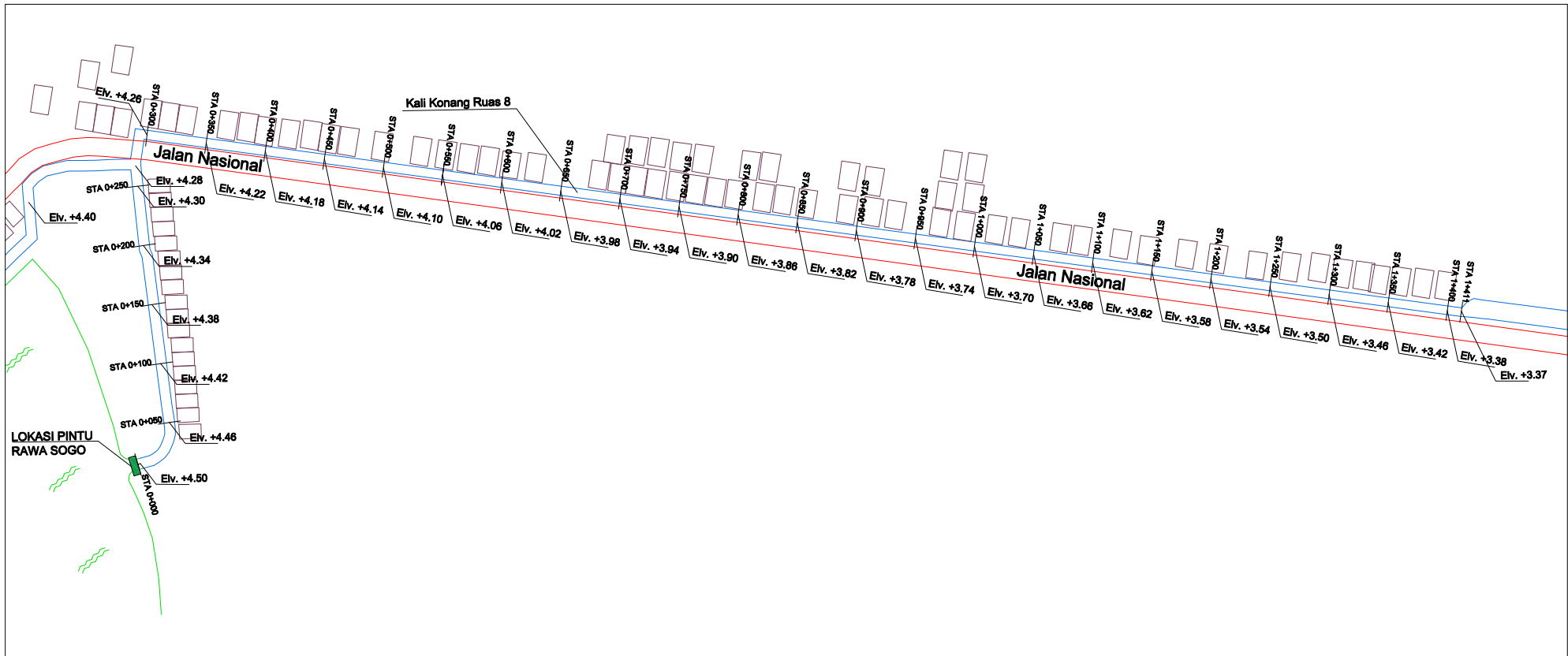
H = 1 : 2000
V = 1 : 50

NOMER

10

JUMLAH

18



DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PENGENDALIAN RAWA SOGO
 SEBAGAI UPAYA
 PENANGGULANGAN BAJIR
 KALI KONANG, BABAT,
 LAMONGAN

NAMA GAMBAR

GAMBAR LAY OUT
 SALURAN KALI
 KONANG

NAMA MAHASISWA

GITA CHESAR S
 1011140000119
 MUHAMMAD RIDWAN
 1011140000136

SKALA

1 : 5000

NOMER

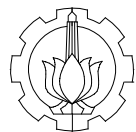
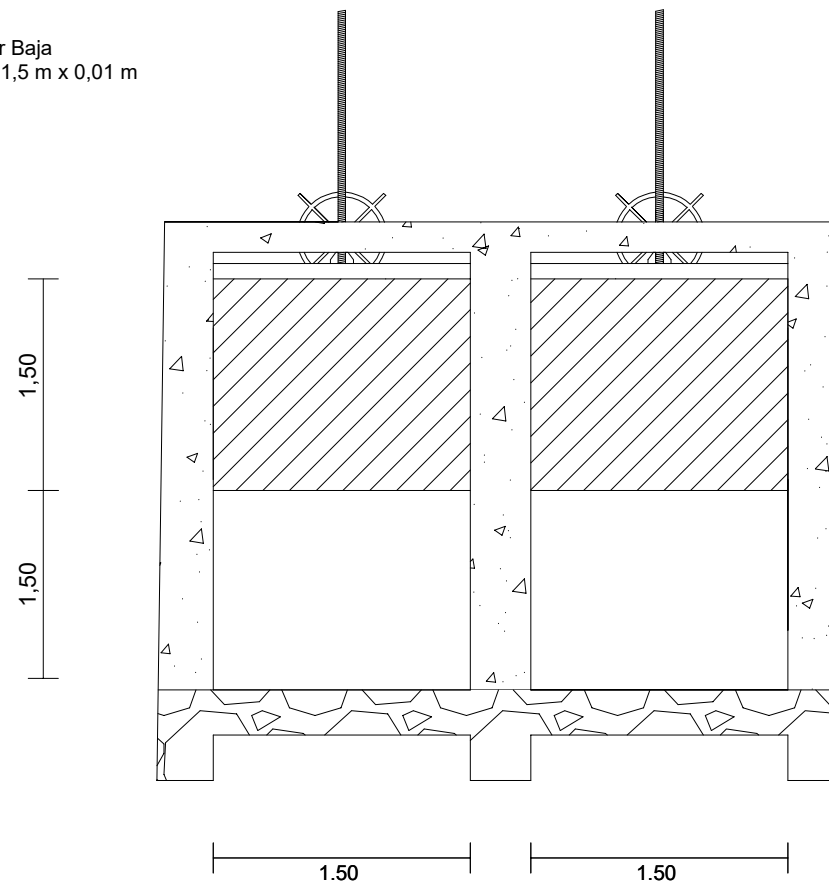
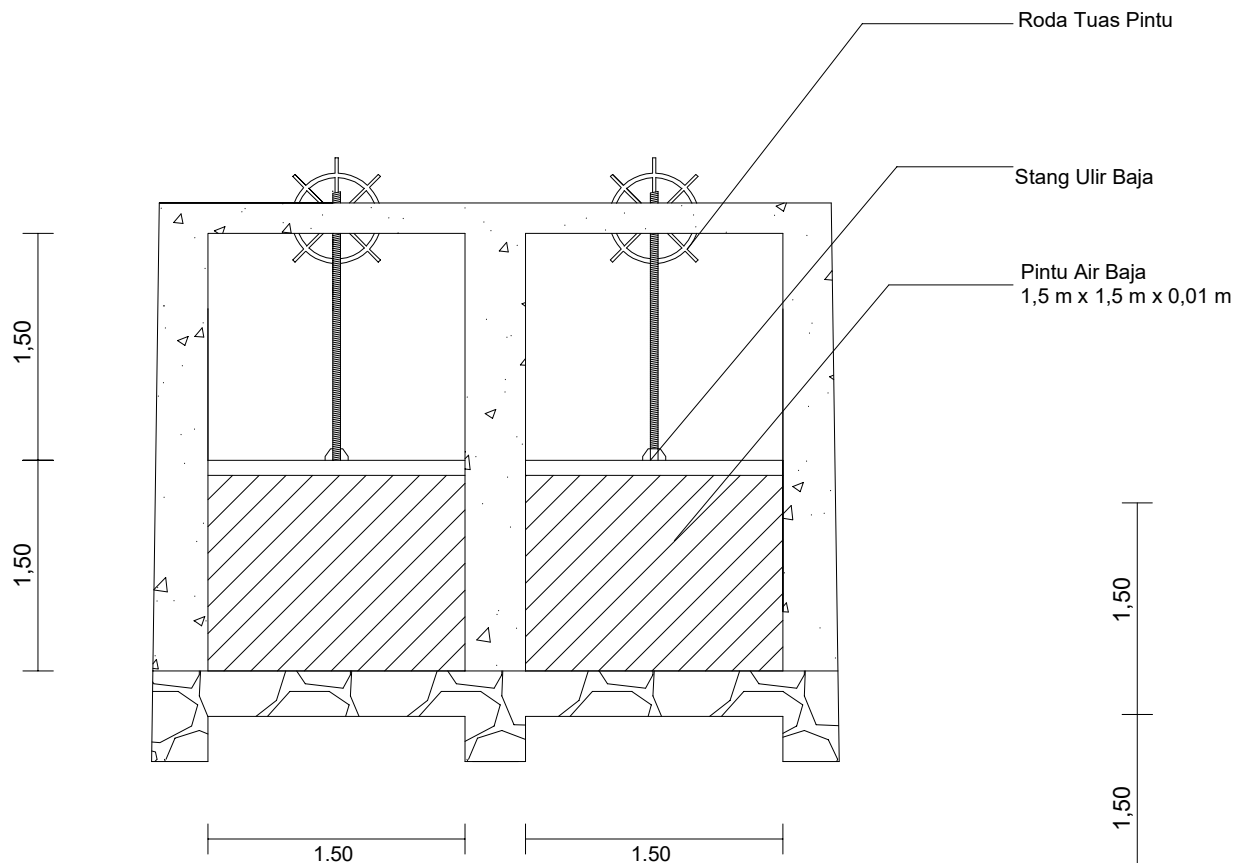
11

JUMLAH

18



| | | | | | | |
|--|--|---------------------------|--|----------|-------|--------|
| <p>DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p> | JUDUL TUGAS AKHIR | NAMA GAMBAR | NAMA MAHASISWA | SKALA | NOMER | JUMLAH |
| | PENGENDALIAN RAWA SOGO SEBAGAI UPAYA PENANGGULANGAN BAJIR KALI KONANG, BABAT, LAMONGAN | GAMBAR DENAH PINTU AIR | GITA CHESAR S 1011140000119 MUHAMMAD RIDWAN 1011140000136 | 1 : 3000 | 12 | 18 |



DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PENGENDALIAN RAWA SOGO
 SEBAGAI UPAYA
 PENANGGULANGAN BAJIR
 KALI KONANG, BABAT,
 LAMONGAN

NAMA GAMBAR

GAMBAR POTONGAN
 PINTU AIR KALI
 KONANG 1

NAMA MAHASISWA

GITA CHESAR S
 1011140000119
 MUHAMMAD RIDWAN
 1011140000136

SKALA

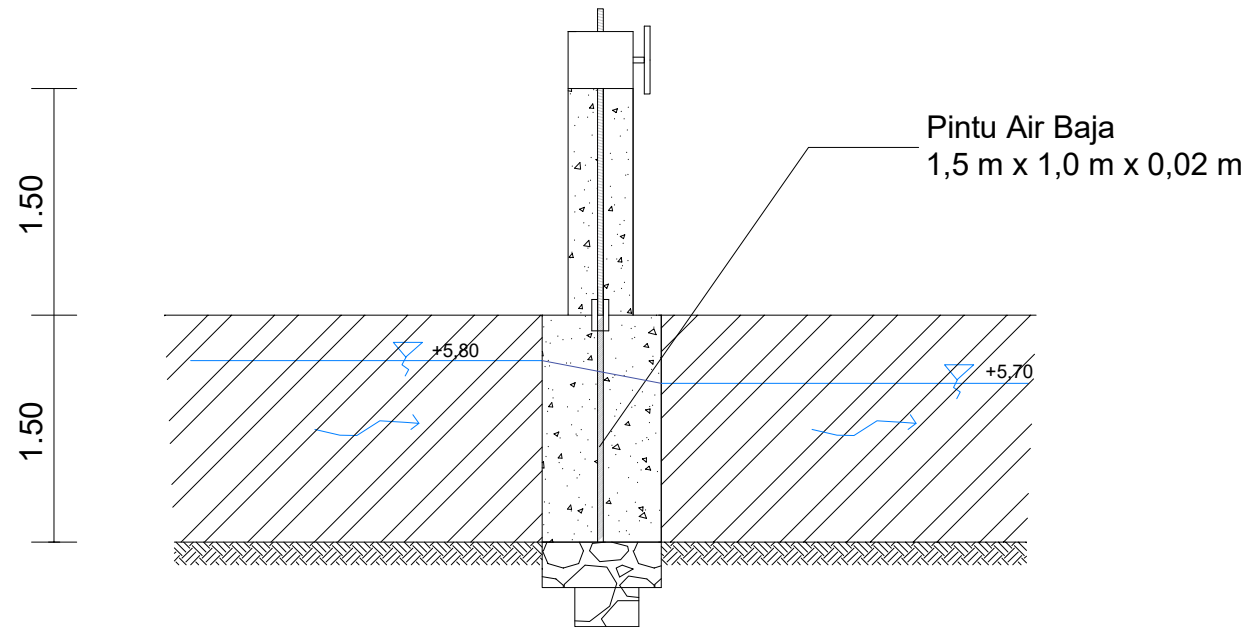
1 : 50

NOMER

13

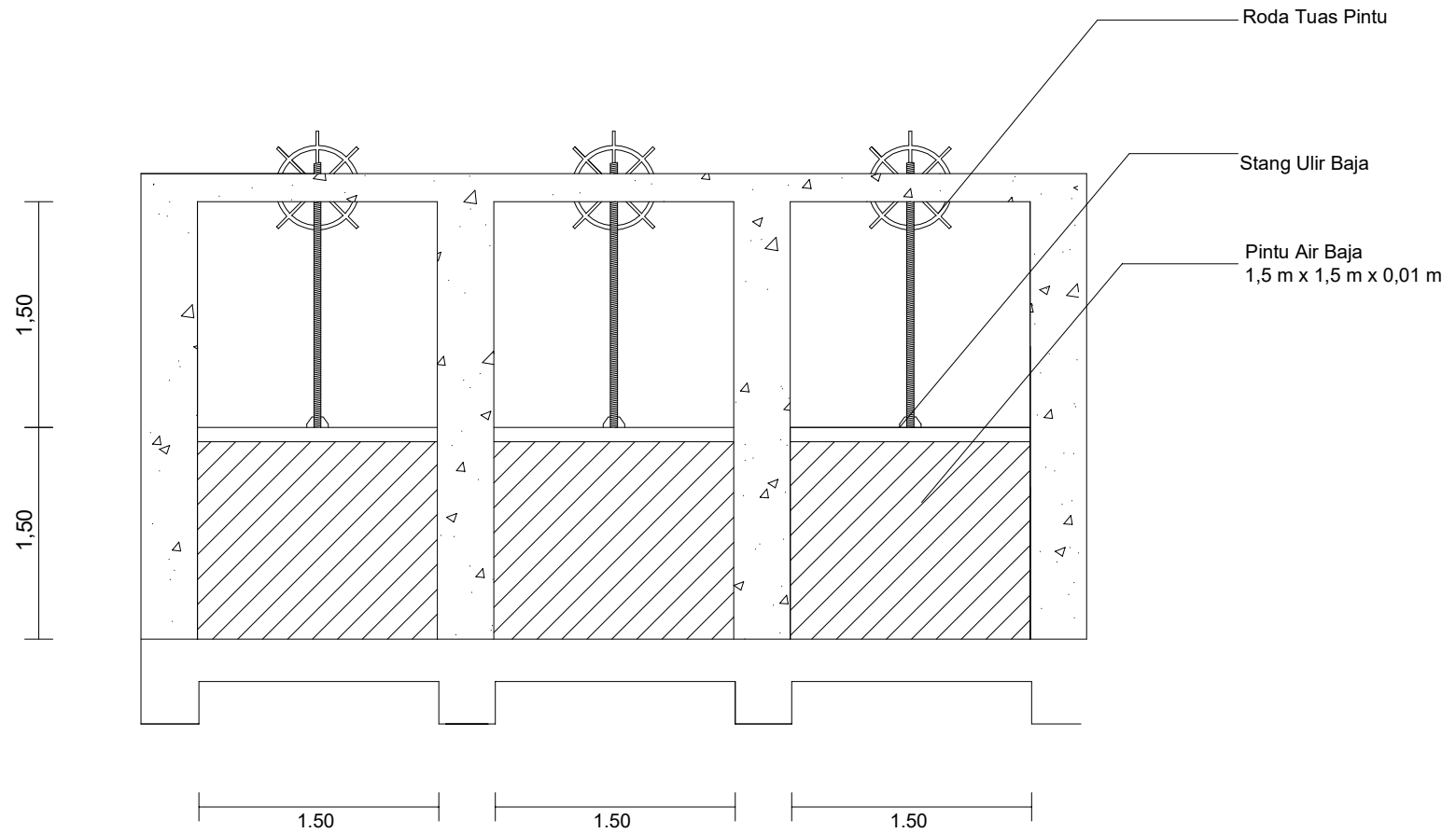
JUMLAH

18



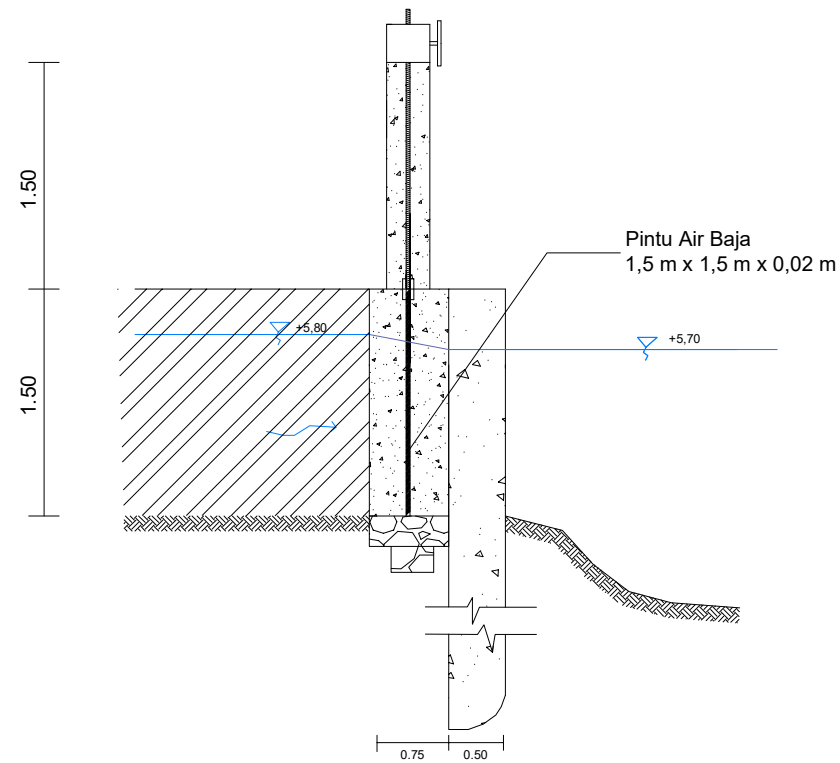
DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER

| JUDUL TUGAS AKHIR | NAMA GAMBAR | NAMA MAHASISWA | SKALA | NOMER | JUMLAH |
|--|---|--|--------|-------|--------|
| PENGENDALIAN RAWA SOGO SEBAGAI UPAYA PENANGGULANGAN BAJIR KALI KONANG, BABAT, LAMONGAN | GAMBAR POTONGAN PINTU AIR KALI KONANG 1 | 0.75 GITA CHESAR S 1011140000119 MUHAMMAD RIDWAN 1011140000136 | 1 : 40 | 14 | 18 |



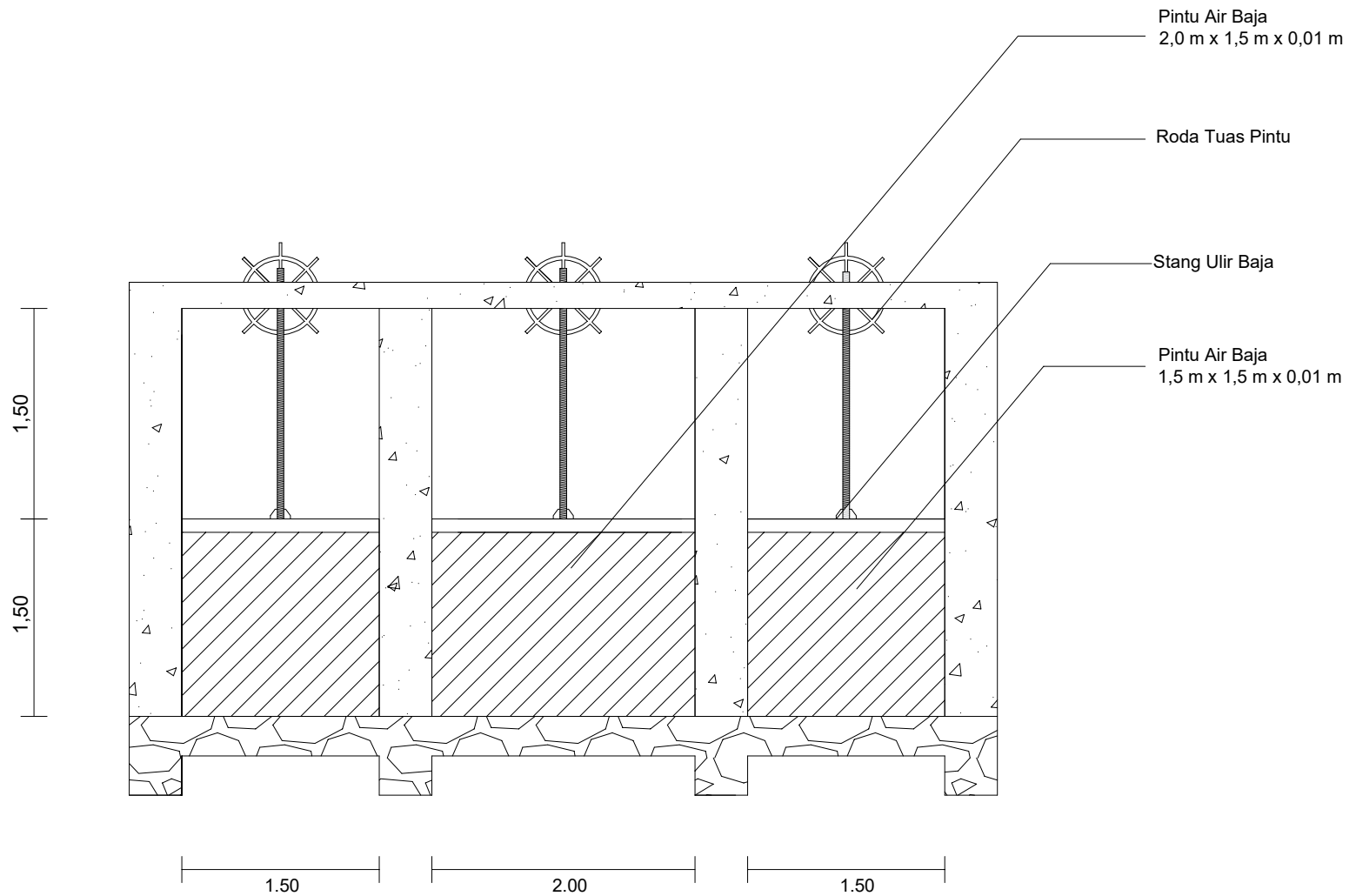
DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

| JUDUL TUGAS AKHIR | NAMA GAMBAR | NAMA MAHASISWA | SKALA | NOMER | JUMLAH |
|--|---|--|--------|-------|--------|
| PENGENDALIAN RAWA SOGO SEBAGAI UPAYA PENANGGULANGAN BAJIR KALI KONANG, BABAT, LAMONGAN | GAMBAR POTONGAN PINTU AIR KALI KONANG 2 | GITA CHESAR S 1011140000119 MUHAMMAD RIDWAN 1011140000136 | 1 : 50 | 15 | 18 |



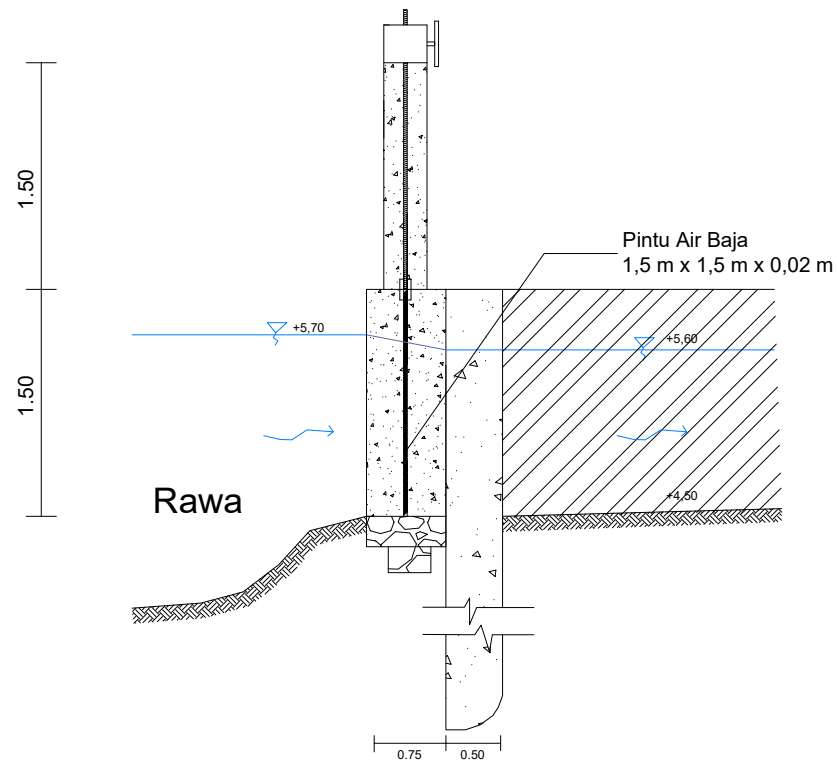
DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER

| JUDUL TUGAS AKHIR | NAMA GAMBAR | NAMA MAHASISWA | SKALA | NOMER | JUMLAH |
|--|---|--|--------|-------|--------|
| PENGENDALIAN RAWA SOGO SEBAGAI UPAYA PENANGGULANGAN BAJIR KALI KONANG, BABAT, LAMONGAN | GAMBAR POTONGAN PINTU AIR KALI KONANG 2 | GITA CHESAR S 10111400000119 MUHAMMAD RIDWAN 10111400000136 | 1 : 40 | 16 | 18 |



DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

| JUDUL TUGAS AKHIR | NAMA GAMBAR | NAMA MAHASISWA | SKALA | NOMER | JUMLAH |
|--|---|--|--------|-------|--------|
| PENGENDALIAN RAWA SOGO SEBAGAI UPAYA PENANGGULANGAN BAJIR KALI KONANG, BABAT, LAMONGAN | GAMBAR POTONGAN PINTU AIR RAWA SOGO | GITA CHESAR S 1011140000119 MUHAMMAD RIDWAN 1011140000136 | 1 : 40 | 17 | 18 |



DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER

| JUDUL TUGAS AKHIR | NAMA GAMBAR | NAMA MAHASISWA | SKALA | NOMER | JUMLAH |
|--|---|--|--------|-------|--------|
| PENGENDALIAN RAWA SOGO SEBAGAI UPAYA PENANGGULANGAN BAJIR KALI KONANG, BABAT, LAMONGAN | GAMBAR POTONGAN PINTU AIR RAWA SOGO | GITA CHESAR S 1011140000119 MUHAMMAD RIDWAN 1011140000136 | 1 : 40 | 18 | 18 |