

TUGAS AKHIR

**EVALUASI PENGENDALIAN GENANGAN DENGAN
KOLAM RETENSI JATI WETAN KECAMATAN
KARANGANYAR KABUPATEN KUDUS
(*EVALUATION OF FLOOD CONTROL WITH
RETARDING BASIN AT JATI WETAN KARANGANYAR
KUDUS*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk
Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Muhammad Ardian Candra Satyarso
20511008**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – PROGRAM SARJANA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2026**

TUGAS AKHIR
EVALUASI PENGENDALIAN GENANGAN DENGAN
KOLAM RETENSI JATI WETAN KECAMATAN
KARANGANYAR KABUPATEN KUDUS
(EVALUATION OF FLOOD CONTROL WITH
RETARDING BASIN AT JATI WETAN KARANGANYAR
KUDUS)

Disusun oleh

Muhammad Ardian Candra Satyarso
20511008

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
Memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal Januari 2026

Oleh dewan penguji

Pembimbing

Dr. Ir. Sri Amini Yuni
Astuti, M.T

NIK: 885110101

Penguji 1

Dinia Anggraheni S.T.,
M. Eng.

NIK : 165110105

Penguji 2

Shofwatul Fadilah,
S.T.P, M. Eng.

NIK : 215111308

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.(Eng)., IPM.
NIK : 095110101

9/3 2026

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau Sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 27 Februari 2026

Yang membuat pernyataan



Muhammad Ardian Candra Satyarso
(20511008)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Evaluasi Pengendalian Banjir dengan Kolam retensi Jati Wetan Kecamatan Karanganyar Kabupaten Kudus. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.(Eng)., IPM. selaku Ketua Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia yang telah memfasilitasi dan memberikan kemudahan birokrasi selama masa perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Ruzardi, M.S, APU SDA., APU BB. selaku Dosen Pembimbing awal yang telah banyak membantu dan memberikan bimbingan kepada penulis selama proses pengerjaan Proposal Tugas Akhir.
3. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T selaku Dosen Pembimbing pengganti yang telah memberikan banyak waktu, arahan, bimbingan, serta ilmu yang sangat bermanfaat dalam penyelesaian penelitian ini.
4. Ibu Dinia Anggraheni S.T., M. Eng. selaku Dosen Penguji I, yang telah meluangkan waktunya untuk menguji, berdiskusi, serta memberikan saran-saran perbaikan yang sangat bermanfaat bagi penulis.
5. Ibu Shofwatul Fadilah, S.T.P, M. Eng. selaku Dosen Penguji II, yang telah memberikan evaluasi, serta masukan yang sangat konstruktif demi kesempurnaan karya tulis ini.
6. Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Kudus serta Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana atas bantuan dan

kerja samanya dalam penyediaan data primer dan sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini.

7. Segenap dosen dan staf pengajar Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan selama masa studi penulis.
8. Orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa mendukung dan memberikan doa.
9. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam kelancaran penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu teknik sipil, khususnya dalam bidang manajemen sumber daya air dan pengendalian banjir.

Yogyakarta, 27 Februari 2026

Penulis,



Muhammard Ardian Candra satyarso

20511008

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
TUGAS AKHIR	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum	4
2.2 Penelitian Terdahulu	5
2.2.1 Kolam Retensi Sebagai Alternatif Pengendalian Banjir oleh Harmani dan Soemantoro (2017)	5
2.2.2 Perencanaan Kolam Retensi dan Stasiun Pompa Pada Sistem Drainase Kali Semarang oleh Prayoga dkk (2019)	6
2.2.3 Desain Kolam Retensi Berbantu Komputer di Cibuluh, Kota Bogor, Perencanaan yang dilakukan oleh Mahmudi dkk (2020	8

2.2.4 Perencanaan Kolam Retensi Dalam Menanggulangi Bencana Banjir di Desa Tegaldowo Kab. Pekalongan perencanaan yang dilakukan oleh Amrullah (2018)	8
2.2.5 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase dan Kolam Retensi pada Wilayah Taman Narogong Indah, Kota Bekasi perencanaan yang dilakukan oleh Suwanto (2024)	9
2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang	10
2.4 Keaslian Penelitian	13
BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1 Analisis Hidrologi	14
3.1.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)	14
3.1.2 Pengujian Konsistensi Metode RAPS	17
3.1.3 Analisis Curah Hujan Kawasan	18
3.1.4 Penentuan Periode Ulang Hujan	20
3.1.5 Analisis Frekuensi Hujan	21
3.1.6 Analisis Distribusi Frekuensi	24
3.1.7 Uji Kesesuaian Distribusi (<i>Chi-Square</i>)	27
3.2 Kolam Retensi	28
3.2.1 <i>Hytograph</i> Hujan rancangan	29
3.2.2 Debit Hidrograf Limpasan Langsung	33
3.3 Pompa (<i>outflow</i>)	34
3.4 Imbangan Air	35
BAB IV METODE PENELITIAN	36
4.1 Lokasi Penelitian	36
4.2 Pengumpulan Data	37
4.3 Analisis Data	38
4.4 Bagan Alir	39
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	41
5.1 Analisis Hidrologi	41
5.1.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)	41
5.1.2 Pengujian Konsistensi metode RAPS	42

5.1.3 Analisis Curah Hujan Kawassan	45
5.1.4 Penentuan Periode Ulang Hujan	48
5.1.5 Analisis Frekuensi Hujan	49
5.1.6 Analisis Parameter Statistik	49
5.1.7 Penentuan Disrtibusi Frekuensi	51
5.1.8 Analisis distribusi Log <i>pearson</i> III	52
5.1.9 Uji Kecocokan Distribusi (<i>Chi-Square</i>)	55
5.2 Aliran Masuk (<i>Inflow</i>) ke kolam retensi	58
5.2.1 Hidrograf Satuan Sintesis (HSS) Nakayasu	59
5.2.2 <i>Hytograph</i> Hujan metode Tadashi Tanimoto	65
5.2.3 Hujan Efektif	68
5.2.4 Hidrograft Debit Banjir Rancangan Metode Nakayasu	68
5.3 Analisis Kolam Retensi Eksisting	74
5.4 Analisis Kolam Retensi yang Diusulkan	80
5.5 Pembahasan	85
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	87
6.1 Kesimpulan	87
6.2 Saran	87
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rekapitulasi Penelitian Terdahulu	11
Tabel 3. 1 Nilai Q_{kritis} dan R_{kritis}	17
Tabel 3. 2 Penentuan Periode Ulang Hujan Berdasarkan Tipologi Kota	20
Tabel 3. 3 Persyaratan Parameter Statistik Distribusi Frekuensi	23
Tabel 3. 4 Nilai Reduced Variated (Y_t)	25
Table 5. 1 Perhitungan Uji Kosistensi RAPS Stasiun Tanjung Mojo	42
Table 5. 2 Interpolasi Nilai ($Q_{kritis}/\sqrt{n}$) dan ($R_{kritis}/\sqrt{n}$)	44
Table 5. 3 Rekapitulasi Hasil Penjabaran Uji Konsistensi Setiap Stasiun	45
Table 5. 4 Koordinat Stasiun Curah Hujan	46
Table 5. 5 Presentase Pengaruh STA	47
Table 5. 6 Rekapitulasi Persebaran Curah Hujan Maksimum Tahunan	48
Table 5. 7 Analisis Parameter Statistik	50
Table 5. 8 Rekapitulasi Pemilihan Hasil Distribusi	51
Table 5. 9 Analisis Parameter Statistik Logaritma	52
Table 5. 10 Rekapitulasi Nilai K_t Distribusi Log Pearson III	54
Table 5. 11 Rekapitulasi Hujan Rencana Kala Ulang 2-100 Tahun	55
Table 5. 12 Data Curah Hujan Kawasan Metode <i>Chi-Square</i>	55
Table 5. 13 Nilai Interval Kelas <i>Chi-Square</i>	57
Table 5. 14 Rekapitulasi Pengujian <i>Chi-Square</i>	58
Table 5. 15 Ordinat Hidrograf koreksi Nakayasu	63
Table 5. 16 Hasil Perhitungan Hujan Jam-jaman metode Tadashi Tanimoto	66
Table 5. 17 Hujan Efektif	68
Table 5. 18 Rekapitulasi Banjir Rancangan pada setiap Kala Ulang	69
Table 5. 19 Hidrograf Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 10 Tahun	71
Table 5. 20 Kapasitas dan Limpasan pada Kolam Retensi Eksisting	77
Table 5. 21 Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas dan Limpasan	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Polygon Thiessen	20
Gambar 3. 2 Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto	30
Gambar 4. 1 Kolam retensi jati wetan	36
Gambar 4. 2 Bagan Alir	39
Gambar 5. 1 Daerah Aliran Sungai	42
Gambar 5. 2 Analisis Polygon Thiessen	46
Gambar 5. 3 Kedalaman Kumulatif Waktu Sebelum Dikurangi Phi-Index	67
Gambar 5. 4 Kedalaman Kumulatif Waktu Sesudah Dikurangi Phi-Index	67
Gambar 5. 5 HSS Nakayasu kala ulang 10 Tahun	69

LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 nilai K untuk Distribusi Log Pearson III	91
Lampiran 1. 2 Nilai Chi-kuadrat kritik	92
Lampiran 1. 3 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2014	93
Lampiran 1. 4 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2015	94
Lampiran 1. 5 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2016	95
Lampiran 1. 6 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2017	96
Lampiran 1. 7 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2018	97
Lampiran 1. 8 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2019	98
Lampiran 1. 9 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2020	99
Lampiran 1. 10 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2021	100
Lampiran 1. 11 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2022	101
Lampiran 1. 12 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2023	102
Lampiran 1. 13 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2024	103
Lampiran 1. 14 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2014	104
Lampiran 1. 15 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2015	105
Lampiran 1. 16 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2016	106
Lampiran 1. 17 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2017	107
Lampiran 1. 18 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2018	108
Lampiran 1. 19 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2019	109
Lampiran 1. 20 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2020	110
Lampiran 1. 21 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2021	111
Lampiran 1. 22 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2022	112
Lampiran 1. 23 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2023	113
Lampiran 1. 24 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2024	114
Lampiran 1. 25 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2014	115
Lampiran 1. 26 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2015	116
Lampiran 1. 27 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2016	117
Lampiran 1. 28 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2017	118

Lampiran 1. 29 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2018	119
Lampiran 1. 30 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2019	120
Lampiran 1. 31 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2020	121
Lampiran 1. 32 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2021	122
Lampiran 1. 33 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2022	123
Lampiran 1. 34 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2023	124
Lampiran 1. 35 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2024	125

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

P_1, P_2, P_n	= curah hujan yang tercatat di pos penakaran
C_s	= koefisien kemencengan
C_k	= koefisien kurtosis
$\bar{x}$	= nilai rata-rata hujan dari data hujan (X)
S	= Standar deviasi
n	= jumlah data
X_T	= hujan rencana dengan periode ulang (mm)
K_T	= faktor frekuensi, nilainya bergantung periode ulang T
χ^2	= parameter Chi Kuadrat terhitung
E_f	= frekuensi diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya
O_f	= frekuensi yang diamati pada kelas yang sama
D_K	= derajat kebebasan
I	= Intensitas hujan rencana (mm/jam)
X_{24}	= Tinggi hujan harian maksimum atau hujan rencana (mm)
T	= Durasi hujan (jam)
t_c	= waktu kelambatan (jam)
t_d	= waktu konsentrasi (jam)
t_g	= waktu aliran saluran (jam)
T_b	= waktu dasar (jam)
$t_{0.3}$	= waktu saat debit sama dengan 0,3 kali debit puncak (jam)
a	= koefisien
β	= koefisien
C_p	= koefisien, biasa diambil nilai 1
t_p	= waktu puncak (jam)
Q_p	= debit puncak (m ³ /s)
e	= bilangan euler, konstanta matematik
q	= perbandingan debit dan debit puncak
$q(t)$	= fungsi bentuk HSS Nakayasu

Q_n	= debit hidrograf limpasan langsung (m^3/s)
A	= luas (Km^2)
T_r	= durasi hujan (jam)
R_0	= kedalaman hujan (mm), biasa diambil nilai 1
Q	= Debit Rencana (m^3/s)
A	= Luas daerah pengaliran (Km^2)
I	= Intensitas curah hujan (mm/jam)
C	= Koefisien limpasan
C_i	= Koefisien limpasan sub daerah pengaliran ke i
A_i	= Luas sub daerah pengaliran ke i
t	= Waktu konsentrasi (jam)
S	= Kemiringan saluran
n	= angka kekasaran permukaan lahan
L_s	= panjang lintas aliran di dalam saluran (m)
v	= kecepatan aliran di dalam saluran (m/s)
b	= lebar saluran (m)
h	= kedalaman air (m)
m	= perbandingan kemiringan talud
R	= jari-jari hidrolis (m)
P	= keliling basah saluran (m)
A	= luas penampang basah (m^2)
V_i	= volume air masuk (m^3)
V_o	= volume pompa air keluar (m^3)
V_{total}	= volume total (m^3)
ΔT_t	= perbedaan waktu jam ke-t (jam)
Q_t	= debit pada jam ke-t
Q_{t-1}	= debit sebelum jam ke-t

ABSTRAK

Desa Jati Wetan kerap mengalami permasalahan genangan banjir yang membutuhkan penanganan dan infrastruktur pengendali yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem pengendalian genangan pada kolam retensi eksisting serta merencanakan redesain infrastruktur yang memadai untuk menampung debit banjir rancangan secara optimal.

Analisis curah hujan kawasan dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode Poligon Thiessen dengan memanfaatkan data dari tiga stasiun pengamatan, yaitu Kedung Gupit, DPU Kudus, dan Tanjung Mojo. Perhitungan curah hujan rancangan dianalisis menggunakan distribusi probabilitas Log Pearson Tipe III yang telah teruji keandalannya melalui uji kesesuaian *Chi-Square*. Selanjutnya, simulasi limpasan permukaan untuk mendapatkan hidrograf banjir rancangan dihitung menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu.

Hasil analisis hidrologi menghasilkan curah hujan rancangan sebesar 214,86 mm untuk kala ulang 10 tahun, dengan debit puncak mencapai 592,84 m³/detik pada jam ke-8. Evaluasi menunjukkan bahwa kolam retensi eksisting (luas 5 Ha, kedalaman 3 m, kapasitas 150.000 m³) dengan dukungan pompa 5,5 m³/detik sudah tidak memadai. Hal ini dibuktikan dengan volume air yang harus ditampung mencapai 2256402,71 m³, sehingga memicu defisit dan mengakibatkan limpasan sebesar 2106402,71 m³ mulai jam ke-3. Sebagai solusi, diusulkan redesain sistem dengan memperluas area kolam menjadi 70 Hektar dan kedalaman 10 meter (kapasitas 7000000 m³), serta peningkatan kapasitas total pompa menjadi 250 m³/detik melalui kombinasi 5 unit pompa utama. Simulasi desain usulan menunjukkan volume maksimum yang terjadi mencapai sekitar 6503272 m³ dengan elevasi muka air tertinggi di angka 9,29 meter pada jam ke-14. Dengan demikian, kapasitas tampungan melebihi volume perhitungan ($V_{\text{kapasitas}} > V_{\text{perhitungan}}$), sehingga risiko limpasan ke pemukiman warga dapat dihilangkan sepenuhnya.

Kata Kunci: Banjir, Evaluasi Pengendalian Genangan, HSS Nakayasu, Kapasitas Pompa, Kolam Retensi.

ABSTRACT

Jati Wetan Village frequently experiences inundation problems that require appropriate handling and control infrastructure. This study aims to evaluate the performance of the existing retention pond's flood control system and to plan an adequate infrastructure redesign to optimally accommodate the design flood discharge.

The areal rainfall analysis in this study was conducted using the Thiessen Polygon method utilizing data from three observation stations: Kedung Gupit, DPU Kudus, and Tanjung Mojo. The design rainfall was analyzed using the Log Pearson Type III probability distribution, whose reliability was tested through the Chi-Square goodness-of-fit test. Furthermore, the surface runoff simulation to obtain the design flood hydrograph was calculated using the Nakayasu Synthetic Unit Hydrograph (SUH) method.

The hydrological analysis resulted in a design rainfall of 214.86 mm for a 10-year return period, with a peak inflow reaching 592.84 m³/s at the 8th hour. The evaluation showed that the existing retention pond (5 Ha area, 3 m depth, 150000 m³ capacity) with a 5.5 m³/s pump support is no longer adequate. This is evidenced by the volume of water that had to be accommodated reaching 2256402.71 m³, triggering a deficit and resulting in an overflow of 2106402.71 m³ starting at the 3rd hour. As a solution, a system redesign is proposed by expanding the pond area to 70 Hectares and a depth of 10 meters (7000000 m³ capacity), along with increasing the total pump capacity to 250 m³/s through a combination of 5 main pump units. The simulation of the proposed design showed a maximum volume of approximately 6503272 m³ with the highest water surface elevation at 9.29 meters at the 14th hour. Therefore, the storage capacity exceeds the calculated volume ($V_{\text{capacity}} > V_{\text{calculated}}$), completely eliminating the risk of overflow into residential areas.

Keywords: Flood, Flood Control Evaluation, Nakayasu SUH, Pump Capacity, Retention Pond.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Kudus merupakan salah satu daerah di Provinsi Jawa Tengah yang sering mengalami permasalahan genangan akibat tingginya curah hujan dan adanya perubahan penggunaan lahan. Salah satu wilayah yang terdampak secara signifikan adalah Desa Jati Wetan. Wilayah ini berada di dataran rendah dengan karakteristik tanah yang memiliki daya resap terbatas, sehingga air hujan cenderung tertahan di permukaan dan mengakibatkan genangan berkepanjangan. Selain itu, pesatnya perkembangan infrastruktur dan alih fungsi lahan dari kawasan resapan menjadi kawasan terbangun turut berkontribusi besar terhadap peningkatan volume limpasan permukaan, yang pada akhirnya memicu terjadinya banjir dan genangan lokal.

Berdasarkan laporan dari Murianews, meskipun upaya penanggulangan banjir telah dilakukan melalui pembangunan infrastruktur kolam retensi, wilayah Desa Jati Wetan khususnya RT 04 dan RT 05 di RW 03 tetap mengalami genangan banjir yang cukup signifikan. Tercatat sejak Minggu, 2 Februari 2025, debit air mulai meningkat dengan ketinggian genangan mencapai 20 hingga 40 sentimeter. Kondisi tersebut menyebabkan sedikitnya 15 rumah warga terdampak. Kejadian ini menjadi indikasi dan contoh nyata bahwa infrastruktur yang ada saat ini belum sepenuhnya efektif dalam mengatasi permasalahan banjir musiman di daerah tersebut.

Secara teknis, kolam retensi merupakan salah satu struktur bangunan air dan konservasi yang sangat efektif dalam mengendalikan limpasan permukaan serta mencegah banjir di wilayah urban dan padat penduduk. Infrastruktur ini berfungsi krusial untuk menampung limpasan air hujan yang berlebih sementara waktu, mengurangi debit puncak aliran permukaan (*peak flow*), serta menunda pergerakan air menuju saluran utama sehingga meminimalkan risiko banjir di kawasan hilir. Selain itu, keberadaan kolam retensi juga berperan dalam meningkatkan laju

infiltrasi air ke dalam tanah, mengoptimalkan kapasitas jaringan drainase eksisting, serta mengurangi beban sistem drainase perkotaan secara keseluruhan.

Oleh karena itu, penelitian ini sangat penting dilakukan sebagai upaya solutif untuk menanggulangi permasalahan genangan yang terus berulang di Desa Jati Wetan. Penelitian ini akan difokuskan pada evaluasi kinerja hidrologi dan hidraulika dari kolam retensi eksisting. Melalui evaluasi yang komprehensif, diharapkan dapat dirumuskan langkah perbaikan atau redesain sistem pengendalian banjir yang lebih terukur, sehingga infrastruktur penampungan tersebut dapat berfungsi secara maksimal dalam melindungi masyarakat dan wilayah sekitarnya dari ancaman banjir.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang pada penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

1. Berapa debit banjir *inflow* yang masuk ke kolam retensi eksisting?.
2. Apakah kapasitas kolam retensi dan sistem pompa eksisting memadai untuk menampung dan mengalirkan debit banjir rencana?.
3. Berapa kapasitas kolam retensi dan bagaimana kinerja sistem pompa supaya dapat mengatasi banjir dan genangan di daerah tersebut?.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai berdasarkan rumusan masalah pada penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui debit banjir *inflow* yang masuk ke kolam retensi eksisting.
2. Mengetahui kecukupan kapasitas kolam retensi dan sistem pompa eksisting untuk menampung dan mengalirkan air kembali ke sungai.
3. Mengetahui kapasitas kolam retensi dan sistem pompa yang dibutuhkan untuk mengatasi masalah banjir dan genangan di daerah tersebut.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengambilan keputusan terkait pengelolaan sumber daya air serta mitigasi genangan di Kabupaten Kudus.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan pada penelitian yang dilakukan antarlain sebagai berikut.

1. Evaluasi kolam retensi dilakukan di desa Jati Wetan kecamatan Karanganyar kabupaten Kudus.
2. Tidak menghitung rembesan, evaporasi, dan sedimentasi pada kolam retensi.
3. Tidak menggambar DED kolam retensi.
4. Tidak mendesain pintu air kolam retensi.
5. Tidak menghitung volume pekerjaan serta Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk kolam retensi.
6. Data hujan diambil dari stasiun hujan DPA kudus, Kedung gupit, Tanjung mojo dari tahun 2014-2024.
7. Pengujian konsistensi menggunakan Metode RAPS.
8. Distribusi hujan jam-jaman menggunakan Metode Tadashi Tanimoto.
9. Analisis debit rancangan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Tinjauan pustaka merupakan sebuah telaah kritis, mendalam, dan sistematis terhadap sumber-sumber literatur ilmiah yang relevan dengan topik penelitian. Literatur ini mencakup jurnal akademik, buku, prosiding konferensi, tesis atau disertasi, serta laporan penelitian terdahulu.

Proses ini bukan sekadar merangkum atau mendaftar penelitian yang sudah ada, melainkan sebuah sintesis dan evaluasi analitis untuk memetakan apa yang telah diketahui, metode apa yang pernah digunakan, serta perdebatan teoretis yang ada dalam bidang kajian terkait.

Penyusunan tinjauan pustaka memiliki beberapa urgensi dan tujuan krusial dalam sebuah penelitian ilmiah:

1. Membangun landasan teoretis Tinjauan pustaka menyediakan fondasi teoretis dan konseptual yang kokoh. Ini membantu peneliti dalam mendefinisikan variabel, memahami konsep-konsep kunci, dan sebagai dasar untuk menganalisis temuan data nantinya.
2. Mengidentifikasi kesenjangan penelitian Ini adalah fungsi terpenting. Dengan menelaah apa yang telah dilakukan, peneliti dapat mengidentifikasi celah, kontradiksi, atau aspek yang belum terjawab oleh penelitian-penelitian sebelumnya. Penemuan *gap* inilah yang menjadi justifikasi utama mengapa penelitian ini penting dilakukan.
3. Menjamin orisinalitas dengan memahami penelitian sebelumnya, peneliti dapat memastikan bahwa penelitiannya memberikan kontribusi baru pada bidang ilmunya dan bukan sekadar mengulang apa yang telah ditemukan orang lain.
4. Memperkuat metodologi tinjauan pustaka membantu peneliti melihat metode, teknik analisis, dan pendekatan yang berhasil atau gagal digunakan

oleh peneliti lain dalam menjawab pertanyaan serupa, sehingga dapat memperkuat justifikasi pemilihan metode penelitian ini.

5. Memposisikan penelitian tinjauan pustaka berfungsi untuk menempatkan penelitian ini dalam keilmuan yang lebih luas, menunjukkan bagaimana penelitian ini terhubung dan berkontribusi pada diskusi akademik yang sedang berlangsung.

2.2 Penelitian Terdahulu

Sebagai landasan dalam penelitian ini, dilakukan tinjauan terhadap berbagai studi terdahulu yang terkait. Studi-studi tersebut telah membahas berbagai aspek, mulai dari tataran konsep dan fungsi kolam retensi secara umum, metode perencanaan hidrologis kolam retensi, hingga studi implementasi dan evaluasi kinerjanya di lapangan.

2.2.1 Kolam Retensi Sebagai Alternatif Pegendalian Banjir oleh Harmani dan Soemantoro (2017)

Banjir merupakan fenomena alam yang tidak dapat dihindari namun dapat dikendalikan. Banjir dapat terjadi dalam berbagai skala, dari genangan ringan hingga banjir besar yang merusak lingkungan dan mengganggu aktivitas sosial ekonomi. Secara umum, banjir disebabkan oleh kelebihan air di suatu wilayah, dan jika tidak ditangani, dapat menimbulkan kerugian besar bahkan korban jiwa. Pengendalian banjir secara tradisional dilakukan dengan mempercepat aliran air ke hilir. Namun, pendekatan ini sering hanya memindahkan masalah ke wilayah lain. Oleh karena itu, muncul konsep baru yang menekankan pada pengelolaan air permukaan dengan cara memperlambat alirannya, menjaga keberadaannya lebih lama di suatu tempat tanpa merusak lingkungan, sekaligus mendukung pelestarian sumber daya air dan mencegah kekeringan. Sebuah riset oleh departemen lingkungan di Amerika Serikat memberikan hasil penelitiannya bahwa perubahan tata guna lahan dari lahan alami menjadi areal infrastruktur meningkatkan limpasan sebanyak 11 kali lipat dari sebelumnya dan mengurangi kemampuan penyerapan sampai dengan 70%. Sejalan dengan pola pengendalian banjir yang baru, muncullah apa yang disebut sebagai *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS)

yaitu suatu pola drainase pemukiman atau perkotaan yang berbasis lingkungan. *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS) bertujuan untuk meminimalkan atau bahkan menghilangkan kelebihan debit agar dapat meminimalisasi dampak sehingga dapat mengurangi bahkan menghilangkan permasalahan. SUDS juga dapat melindungi dan meningkatkan kualitas air tanah. SUDS mengimplementasikan teknik sebagai kontrol pada sumber limpasan/ air buangan, permukaan permeable, kolam retensi, penanaman vegetasi.

Konsep kolam retensi merupakan salah satu elemen utama dalam konsep *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS). Selain sebagai penampung, kolam ini juga berperan sebagai fasilitas konservasi dan resapan, membantu menjaga muka air tanah dan memperbaiki kualitasnya. Kolam retensi mampu mengurangi debit puncak dan memperpanjang waktu limpasan banjir, sehingga sangat efektif dalam mengendalikan banjir dan mencegah genangan. Keandalan dan efektivitasnya menjadikan kolam retensi sebagai salah satu solusi unggulan dalam sistem drainase berkelanjutan.

Kesimpulan dari Analisis fungsi kolam retensi merupakan infrastruktur penting dalam sistem drainase berkelanjutan yang berfungsi menampung sementara limpasan air hujan saat terjadi banjir, kemudian mengalirkannya kembali setelah debit puncak terlewati. Selain sebagai sarana pengendalian banjir, kolam retensi juga berperan dalam konservasi air dengan mendukung proses infiltrasi untuk menjaga muka air tanah dan kualitasnya. Berdasarkan fungsinya, kolam retensi tergolong sebagai fasilitas penyimpan sekaligus peresapan air hujan. Efektivitasnya dalam mengurangi debit puncak dan menunda aliran permukaan menjadikan kolam retensi sebagai alternatif yang andal dalam mitigasi banjir di wilayah perkotaan.

2.2.2 Perencanaan Kolam Retensi dan Stasiun Pompa Pada Sistem Drainase Kali Semarang oleh Prayoga dkk (2019)

Permasalahan banjir dan rob di wilayah DAS Kali Semarang, khususnya di daerah Tanah Mas dan Pelabuhan Tanjung Mas, disebabkan oleh tidak berfungsinya saluran drainase secara optimal akibat sedimentasi dan penyumbatan oleh sampah. Kondisi ini diperburuk oleh kenaikan muka air laut akibat pemanasan global serta penurunan tanah (land subsidence) karena pengambilan air tanah berlebih.

Akibatnya, genangan air sering terjadi saat hujan turun maupun saat pasang laut. Untuk mengatasi hal ini, direncanakan pembangunan kolam retensi dan stasiun pompa yang mencakup wilayah saluran Erlangga, Simpang Lima, dan Kartini, dengan batas wilayah studi mulai dari Laut Jawa di utara hingga Banjir Kanal Barat di barat.

Metode yang digunakan dalam analisis hidrologi urah hujan kawasan dihitung secara rata-rata aljabar, kemudian dianalisis distribusinya menggunakan metode Log Pearson III. Intensitas hujan dihitung dengan metode Mononobe, dan hujan efektif diperoleh melalui metode SCS setelah disusun dengan *Alternating Block Method* (ABM). Setelah memperoleh data intensitas hujan dari kawasan DAS Kali Semarang, debit banjir rencana dihitung menggunakan metode Nakayasu berbasis pendekatan Gamma 1. Hasil perhitungan menghasilkan debit puncak banjir rencana yang mencerminkan potensi limpasan di wilayah tersebut. Lalu dilanjutkan dengan perhitungan Rencana Anggaran Proyek (RAB).

Kesimpulan dari Perencanaan tersebut Permasalahan banjir di wilayah utara Semarang diatasi melalui sistem drainase yang menggabungkan kolam retensi dan stasiun pompa. Pemilihan kolam retensi sebagai bagian dari sistem drainase Kali Semarang didasarkan pada lokasi yang strategis karena berbatasan langsung dengan Laut Jawa. Hal ini memungkinkan kolam retensi berfungsi menampung aliran air dari Kali Semarang sebelum dilepaskan ke laut, terutama untuk menghindari efek back water akibat air pasang. Perencanaan saluran primer pada DAS Kali Semarang dirancang menggunakan material precast, sedangkan pekerjaan besar seperti penggalian saluran dan kolam retensi, perataan dasar kolam, serta peninggian jalan dikerjakan dengan bantuan alat berat. Volume tampungan yang dibutuhkan untuk kolam retensi tersebut adalah sebesar 88.400 m³ dengan luas area 68.000 m², dan sistem ini didukung oleh delapan unit pompa yang masing-masing memiliki kapasitas 5 m³/detik. Total biaya pembangunan sistem polder di kawasan Kota Lama Semarang diperkirakan mencapai Rp130.098.000.000,00. Selain itu, saluran eksisting di Jalan M.H. Thamrin dan Jalan Gajah Mada perlu diganti karena tidak lagi mampu menampung debit banjir yang ada.

2.2.3 Desain Kolam Retensi Berbantu Komputer di Cibuluh, Kota Bogor, Perencanaan yang dilakukan oleh Mahmudi dkk (2020)

DAS Cibuluh tidak bisa menampung kelebihan air saat terjadi debit puncak. Selain itu, DAS Cibuluh ini juga mengirimkan air ke sungai Ciliwung sehingga debit sungai Ciliwung meningkat yang menyebabkan banjir di DKI Jakarta. Saat musim hujan terjadi, air yang mengalir di DAS Cibuluh sangat besar sehingga menggenangi daerah sekitar sungai dan mengakibatkan banjir lokal.

Metode penelitian ini meliputi survei lapangan, analisis spasial dengan ArcGIS, dan desain teknis menggunakan AutoCAD. Data yang dikumpulkan mencakup data hidrologi, spasial, dan hidrolika dari BAPPEDA dan Dinas PUPR Kota Bogor. Perencanaan mengacu pada Permen PU No. 12/PRT/M/2014. Analisis debit banjir dilakukan dengan beberapa distribusi statistik (Normal, Log Normal, Log Pearson III, dan Gumbel), dilengkapi uji normalitas menggunakan skewness dan kurtosis.

Hasil analisis menunjukkan bahwa debit banjir rencana di Cibuluh, Kota Bogor sebesar $12,01 \text{ m}^3/\text{detik}$, dengan volume air berlebih yang perlu ditampung sebesar $5.272,53 \text{ m}^3$. Kolam retensi dirancang berbentuk oval dengan diameter $50 \text{ m} \times 108 \text{ m}$, kedalaman 6 m , dan luas 4.241 m^2 . Kapasitas tampung kolam mencapai 25.446 m^3 . Untuk mengalirkan air keluar, digunakan pintu air sorong berukuran $1300 \text{ mm} \times 1600 \text{ mm}$.

2.2.4 Perencanaan Kolam Retensi Dalam Menanggulangi Bencana Banjir di Desa Tegaldowo Kab. Pekalongan perencanaan yang dilakukan oleh Amrullah (2018)

Desa Tegaldowo, yang terletak di Kecamatan Tirto, Kabupaten Pekalongan, merupakan salah satu wilayah yang kerap mengalami banjir tahunan akibat curah hujan tinggi.

Perencanaan ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan Maximum Annual Series lalu didapat yang paling sesuai menggunakan metode Log Person III serta pengujian Chi-kuadrat, perhitungan banjir dengan metode rasional.

Hasil menunjukkan bahwa untuk mengatasi banjir di Desa Tegaldowo, diperlukan kolam retensi dengan volume dan kapasitas pompa yang bervariasi. Jika

menggunakan pompa dengan debit $4,82 \text{ m}^3/\text{s}$, maka dibutuhkan volume kolam sebesar 29.532 m^3 dengan durasi pemompaan selama 5 jam. Untuk pompa dengan debit $4,39 \text{ m}^3/\text{s}$, volume kolam yang dibutuhkan adalah 33.165 m^3 dengan durasi pemompaan 5,5 jam. Sedangkan untuk pompa dengan debit $4,02 \text{ m}^3/\text{s}$, diperlukan volume kolam sebesar 36.165 m^3 dengan durasi pemompaan 6 jam.

2.2.5 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase dan Kolam Retensi pada Wilayah

Taman Narogong Indah, Kota Bekasi perencanaan yang dilakukan oleh Suwanto (2024)

Wilayah Taman Narogong Indah, Kelurahan Pengasinan, Kota Bekasi. Wilayah tersebut merupakan kawasan perumahan padat penduduk yang terletak disepanjang saluran drainase utama Narogong. Banjir yang sering terjadi dengan kedalaman hingga 50 cm.

Metode yang digunakan dengan pendekatan hidrologi dan hidraulika guna memperoleh debit rencana dan menentukan kapasitas tampungan yang ideal pada kolam retensi. Curah hujan rata-rata di wilayah studi menggunakan metode Poligon Thiessen, yang melibatkan tiga stasiun hujan terdekat. Setelah itu, dilakukan analisis distribusi probabilitas curah hujan menggunakan distribusi Log Pearson Tipe III, dengan pemilihan distribusi terbaik berdasarkan kecocokan parameter statistik. Uji kecocokan distribusi dilakukan melalui metode Chi-Square (Chi-kuadrat) untuk memastikan bahwa distribusi yang digunakan merepresentasikan data historis secara akurat. Selanjutnya, debit banjir dihitung menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) ITB-1 untuk berbagai kala ulang, yakni 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun, yang kemudian dijadikan dasar untuk mengevaluasi kapasitas saluran dan kolam retensi eksisting.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit rencana yang dihitung untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun masing-masing adalah $14,29 \text{ m}^3/\text{s}$, $18,06 \text{ m}^3/\text{s}$, dan $20,13 \text{ m}^3/\text{s}$. Sementara itu, volume banjir rencana berdasarkan metode HSS ITB-1 pada kala ulang yang sama berturut-turut sebesar $175.301,32 \text{ m}^3$, $240.980,14 \text{ m}^3$, dan $277.141,75 \text{ m}^3$. Hasil evaluasi terhadap sistem eksisting menunjukkan bahwa kapasitas saluran drainase dan volume tampungan kolam retensi saat ini lebih kecil dari kebutuhan yang dihitung, sehingga tidak mampu menampung debit

banjir secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan desain ulang dimensi saluran agar dapat mengalirkan debit rencana secara efisien. Untuk kolam retensi, terdapat alternatif mengubah pola operasional pompa dengan menggunakan dua pompa berkapasitas 2,5 m³/s dan tiga pompa berkapasitas 5,0 m³/s, yang dioperasikan secara bertahap sesuai ketinggian muka air di kolam, yakni pada elevasi 1 m, 2 m, 3 m, 4 m, dan 4,5 m.

2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang adalah Penelitian ini difokuskan pada evaluasi kinerja kolam retensi eksisting di Desa Jati Wetan, Kecamatan Karanganyar, Kudus, dalam fungsinya mereduksi banjir. Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data curah hujan harian selama 11 tahun yang diperoleh dari tiga stasiun penakar hujan terdekat yang dianggap representatif terhadap lokasi penelitian. Curah hujan wilayah dihitung dari data ketiga stasiun tersebut menggunakan Metode Aritmatik. Selanjutnya, dilakukan analisis frekuensi dan probabilitas terhadap data curah hujan wilayah untuk menentukan curah hujan rancangan (R_{24}) dengan kala ulang tertentu.

Sesuai dengan karakteristik data, metode distribusi yang digunakan adalah Distribusi Log Pearson Tipe III. Curah hujan rancangan harian tersebut kemudian didistribusikan menjadi hujan jam-jaman. Proses ini diawali dengan perhitungan intensitas hujan menggunakan Metode Mononobe untuk membentuk kurva IDF (*Intensity-Duration-Frequency*). Distribusi hujan jam-jaman selanjutnya disusun menggunakan Metode Tadashi Tanimoto untuk pulau Jawa. Debit banjir rancangan (*inflow*) dianalisis menggunakan Metode HSS (Hidrograf Satuan Sintetis) Nakayasu. Oleh karena pada lokasi penelitian telah terdapat kolam retensi eksisting, maka hidrograf banjir rancangan yang diperoleh digunakan sebagai dasar untuk menganalisis kecukupan kapasitas volume tampungan kolam serta menganalisis kinerja (efektivitas) pompa terpasang dalam mengeringkan kolam. Adapun Perbandingan penelitian sekarang dan penelitian sebelumnya terdapat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Rekapitulasi Penelitian Terdahulu

Peneliti	Harmani dan Soemantoro	Amrullah	Prayoga dkk	Mahmudi	Suwanto	Satyarso
Tahun	2017	2018	2019	2020	2024	2026
Judul	Kolam Retensi Sebagai Alternatif Pegendalian Banjir	Perencanaan Kolam Retensi Dalam Menanggulangi Bencana Banjir di Desa Tegaldowo Kab. Pekalongan	Perencanaan Kolam Retensi dan Stasiun Pompa Pada Sistem Drainase Kali Semarang	Desain Kolam Retensi Berbantu Komputer di Cibuluh, Kota Bogor	Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase dan Kolam Retensi pada Wilayah Taman Narogong Indah, Kota Bekasi	Evaluasi Pengendalian Genangan Kolam Retensi Jati Wetan Kecamatan Karanganyar Kabupaten Kudus
Latar Belakang	kolam retensi sebagai solusi pengendalian banjir akibat meningkatnya limpasan air karena perubahan tata guna lahan dan berkurangnya daya resap.	Merancang kolam retensi untuk mengatasi banjir tahunan di Desa Tegaldowo, yang berdampak pada permukiman dan tambak warga	Solusi banjir dan rob di DAS Kali Semarang akibat saluran drainase yang tersumbat, rob, dan penurunan tanah	DAS Cibuluh tidak mampu menampung debit puncak, berkontribusi pada banjir di DKI Jakarta.	Banjir setinggi 50 cm kerap terjadi di wilayah padat penduduk Taman Narogong Indah, Bekasi.	Genangan di Jati Wetan, Karanganyar disebabkan oleh curah hujan tinggi, drainase terbatas, tanah dengan daya resap rendah.

Lanjutan Tabel 2. 1 Rekapitulasi Penelitian Terdahulu

Peneliti	Harmani dan Soemantoro	Amrullah	Prayoga dkk	Mahmudi	Suwanto	Satyarso
Tahun	2017	2018	2019	2020	2024	2026
Metode Penelitian	Pendekatan teoritis dan analisis hidrograf dari beberapa lokasi untuk mengevaluasi efektivitas kolam retensi	analisis hidrologi dengan metode Maximum Annual Series, distribusi Log Pearson III, uji Chi-kuadrat, perhitungan debit metode rasional.	Metode analisis Log PearsonIII, intensitas (Mononobe), hujan efektif (SCS-ABM), dan debit banjir (Nakayasu).	Survei lapangan, analisis spasial (ArcGIS), desain teknis (AutoCAD), analisis statistik Log Pearson III	Poligon Thiessen, Log Pearson III, Chi-kuadrat, HSS ITB-1 untuk berbagai kala ulang (2, 5, 10 tahun).	Poligon Thiessen, Log Pearson III, Chi-kuadrat, HSS untuk berbagai kala ulang
Hasil	terbukti mampu menurunkan debit puncak dan memperlambat aliran, menjadikannya infrastruktur yang efektif dalam sistem drainase berkelanjutan.	Diperlukan kolam retensi dengan volume 29.532–36.165 m ³ dan durasi pemompaan 5–6 jam, tergantung kapasitas pompa yang digunakan (4,02–4,82 m ³ /s).	Kapasitas kolam 88.400 m ³ dengan 8 pompa, biaya proyek Rp130 miliar.12.074,11 m ³ ; waktu pengisian 29,02 menit; biaya pembangunan Rp 1,83 miliar.	Debit rencana 12,01 m ³ /detik; kolam berbentuk oval (50x108 m), luas 4.241 m ² , kedalaman 6 m; volume tampung 25.446 m ³ ; pintu air sorong 1300x1600 mm.	tiga pompa berkapasitas 5,0 m ³ /s, yang dioperasikan secara bertahap sesuai ketinggian muka air di kolam, yakni pada elevasi 1 m, 2 m, 3 m, 4 m, dan 4,5 m.	Debit puncak banjir $Q_{10} = 592,8440 \text{ m}^3$ Kolam retensi eksisting tidak cukup, Solusi: luas kolam menadi 700.000 m ³ dengan dalam 10 m dan pompa 250 m ³ /detik.

2.4 Keaslian Penelitian

Untuk menjamin orisinalitas dan menunjukkan kontribusi ilmiah, penelitian ini memiliki kebaruan yang spesifik dibandingkan penelitian-penelitian terdahulu, meskipun topik mengenai kolam retensi dan analisis hidrologi telah banyak dikaji.

Perbedaan paling mendasar terletak pada fokus studi, di mana sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada perancangan kolam retensi baru. Sebaliknya, penelitian ini berfokus pada evaluasi kinerja kolam retensi eksisting, yang ditekankan pada dua komponen kritis: kecukupan volume tampungan dan efektivitas kapasitas pompa terpasang. Studi kasus diambil pada lokasi spesifik di Kolam Retensi Jati Wetan, Kabupaten Kudus, sehingga analisis evaluasi pada lokasi ini dengan menggunakan data hidrologi terkini.

Keaslian penelitian juga terletak pada penerapan alur analisis hidrologi yang komprehensif pada studi kasus ini. Penelitian ini menggunakan data hidrologi 11 tahun terakhir dari 3 stasiun hujan yang dianalisis secara runut, mulai dari Analisis Frekuensi dengan Distribusi Log Pearson Tipe III, perhitungan Intensitas Hujan dengan Metode Mononobe, penyusunan Distribusi Hujan Jam-jaman menggunakan Metode Tadashi Tanimoto, hingga Analisis Debit Banjir dengan metode HSS Nakayasu.

Kombinasi alur metode ini, yang diterapkan untuk mengevaluasi kolam eksisting di lokasi tersebut dengan data terbaru dari BBWS Pemali Juana dan PUPR Kudus, merupakan kontribusi utama dari penelitian ini. Dengan demikian, penelitian ini bukanlah replikasi dari studi sebelumnya, melainkan sebuah studi evaluasi spesifik yang didasarkan pada data aktual dan metodologi analisis yang relevan untuk memberikan gambaran kinerja kolam retensi eksisting saat ini.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya, dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup (Triatmodjo, 2008). Analisis hidrologi merupakan bagian dari ilmu hidrologi yang digunakan untuk merancang dan mengevaluasi sistem sumber daya air dengan menggunakan data historis serta metode empiris maupun matematis.

3.1.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS), atau dikenal juga sebagai *catchment area*, *basin*, atau *watershed*, merupakan suatu kawasan geografis di mana seluruh air hujan yang jatuh di dalamnya akan mengalir menuju satu saluran sungai utama. Cakupan aliran ini mencakup tidak hanya air yang mengalir langsung di alur sungai, tetapi juga aliran permukaan di lereng-lereng perbukitan yang menuju ke alur tersebut. Batas DAS umumnya ditentukan secara topografis yang dibatasi oleh punggung-punggungan elevasi yang tinggi, didasarkan pada aliran air permukaan. Penentuan batas ini tidak menggunakan patokan air bawah tanah, sebab muka air tanah cenderung fluktuatif mengikuti perubahan musim dan aktivitas pemanfaatan air.

Konsep Daerah Aliran Sungai (DAS) menjadi landasan fundamental dalam seluruh aspek perencanaan hidrologi. Suatu DAS yang luas pada hakikatnya merupakan gabungan dari DAS-DAS yang lebih kecil, yang tersusun secara hierarkis. Secara umum, DAS dapat diartikan sebagai wilayah yang dibatasi oleh penanda alam (seperti punggung gunung atau bukit) atau penanda buatan (seperti tanggul atau jalan), di mana air hujan yang jatuh di area tersebut akan mengalir menuju satu titik pengeluaran (*outlet*). Kamus Webster mendefinisikan DAS sebagai area dengan batas topografis yang berfungsi menerima, menampung, menyimpan, dan mengalirkan air hujan menuju sungai, danau, atau laut. Dalam

sistem DAS, curah hujan berperan sebagai masukan (*input*), sementara debit air dan sedimen yang terbawa merupakan keluarannya (*output*) (Suripin, 2004).

Karakteristik DAS yang berpengaruh besar pada aliran permukaan meliputi (Suripin, 2004) :

1. Luas dan bentuk DAS

Laju dan volume total aliran permukaan cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya luas Daerah Aliran Sungai (DAS). Namun, apabila aliran tersebut dinyatakan sebagai laju dan volume per satuan luas, nilainya justru akan berkurang seiring dengan pertambahan luas DAS. Hal ini berkaitan erat dengan waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh menuju titik kontrol (waktu konsentrasi), serta penyebaran atau intensitas curah hujan di wilayah tersebut.

Selain itu, bentuk DAS juga memberikan pengaruh signifikan terhadap pola aliran di dalam sungai. Dampak bentuk DAS terhadap aliran permukaan dapat ditunjukkan dengan membandingkan hidrograf (grafik aliran) dari dua DAS yang memiliki bentuk berbeda, meskipun luasnya sama dan menerima intensitas hujan yang identik. Bentuk Daerah Aliran Sungai (DAS) yang memanjang dan sempit cenderung menghasilkan laju aliran permukaan yang lebih rendah dibandingkan dengan DAS yang berbentuk melebar atau melingkar. Hal ini disebabkan oleh waktu konsentrasi DAS yang memanjang lebih lama, sehingga penumpukan air di titik kontrol terjadi lebih lambat, yang berdampak pada laju dan volume aliran permukaan.

Faktor bentuk ini juga sangat berpengaruh apabila hujan terjadi tidak serentak di seluruh DAS, melainkan bergerak secara bertahap dari satu ujung ke ujung lainnya. Pada DAS yang memanjang, laju aliran cenderung lebih kecil karena aliran permukaan dari hujan di hulu belum mencapai titik kontrol ketika aliran dari hujan di hilir telah berkurang atau habis. Sebaliknya, pada DAS yang melebar, datangnya aliran permukaan dari berbagai titik di DAS terjadi dalam waktu yang relatif berdekatan, artinya air dari hulu sudah tiba sebelum aliran di titik kontrol mengecil atau habis.

2. Topografi

Tampakan rupa muka bumi atau topografi, yang mencakup kemiringan lahan, kondisi dan kerapatan jaringan parit atau saluran air, serta bentuk-bentuk cekungan lainnya, sangat memengaruhi laju dan volume aliran permukaan.

DAS dengan karakteristik lahan yang curam, disertai jaringan parit atau saluran yang rapat, cenderung menghasilkan laju dan volume aliran permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan DAS yang memiliki kemiringan landai, parit yang jarang, dan banyak cekungan.

Pengaruh kerapatan parit (yang diukur sebagai panjang total parit per satuan luas DAS) terhadap aliran permukaan adalah kemampuannya untuk memperpendek waktu konsentrasi. Waktu konsentrasi yang lebih singkat ini pada akhirnya akan meningkatkan laju aliran permukaan.

3. Tata guna lahan

Pengaruh tata guna lahan terhadap aliran permukaan diekspresikan melalui koefisien aliran permukaan (C). Koefisien ini adalah nilai perbandingan antara jumlah aliran permukaan yang terjadi dengan total curah hujan yang turun, dan berfungsi sebagai indikator kondisi fisik suatu DAS. Nilai C berada dalam rentang 0 hingga 1. Nilai ($C=0$) mengindikasikan bahwa seluruh air hujan berhasil diintersepsi dan meresap ke dalam tanah, sedangkan nilai ($C=1$) menunjukkan bahwa semua air hujan berubah menjadi aliran permukaan. Penamaan sebuah DAS umumnya didasarkan pada nama sungai utamanya dan dibatasi oleh titik kontrol, yang sering kali berupa stasiun hidrometri.

Dalam praktiknya, penentuan batas DAS sangat penting untuk analisis hidrologi dan mudah dilakukan menggunakan peta topografi. Peta topografi menyediakan informasi lengkap mengenai suatu wilayah, termasuk jalan, permukiman, sungai, vegetasi, tata guna lahan, dan garis kontur. Dari peta tersebut, titik-titik tertinggi di sekitar sungai utama diidentifikasi, lalu dihubungkan satu sama lain untuk membentuk sebuah garis tertutup yang merupakan batas DAS pada titik kontrol yang ditentukan.

3.1.2 Pengujian Konsistensi Metode RAPS

Pengujian konsistensi data curah hujan merupakan tahapan yang sangat penting dalam proses analisis hidrologi, karena menentukan apakah data yang akan digunakan memiliki ketelitian dan reliabilitas yang dapat dipertanggungjawabkan. Proses ini tidak hanya berfungsi sebagai langkah verifikasi, tetapi juga sebagai upaya untuk memastikan bahwa data yang terkumpul tepat dalam merepresentasikan kondisi curah hujan yang terjadi di lapangan, tanpa terdistorsi oleh faktor-faktor eksternal seperti kesalahan pencatatan, gangguan atau kerusakan peralatan pengukur, serta perubahan kondisi lingkungan di sekitar stasiun pengamatan. Dalam praktiknya, salah satu metode yang sering dipilih untuk melakukan uji konsistensi adalah *RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums)*, yang bekerja dengan memanfaatkan data curah hujan maksimum tahunan dari stasiun yang sedang dianalisis. Nilai-nilai yang dihasilkan dari perhitungan metode ini kemudian digunakan untuk menentukan Q_{hitung} dan R_{hitung} , yang menjadi indikator utama dalam menilai tingkat konsistensi data. Data dinyatakan konsisten apabila memenuhi persyaratan $Q_{hitung} < Q_{kritis}$ dan $R_{hitung} < R_{kritis}$ dengan tingkat kepercayaan sebesar 95%, sehingga dapat dijamin bahwa data tersebut layak digunakan untuk analisis lebih lanjut. Adapun nilai Q_{kritis} dan R_{kritis} ditentukan berdasarkan tabel referensi yang tercantum pada Tabel 3.1, dan perhitungan dilakukan sesuai dengan persamaan rumus berikut ini.

Tabel 3. 1 Nilai Q_{kritis} dan R_{kritis}

Jumlah data (n)	$\frac{Q}{\sqrt{n}}$			$\frac{R}{\sqrt{n}}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1.05	1.14	1.29	2.21	1.28	1.38
20	1.1	1.22	1.42	1.34	1.43	1.6
30	1.12	1.24	1.48	1.4	1.5	1.7
40	1.14	1.27	1.52	1.44	1.55	1.78
100	1.17	1.29	1.55	1.5	1.62	1.85
	1.22	1.36	1.63	1.62	1.75	2

Sumber : Sri Harto, 1993

$$S_k^* = \sum_{i=1}^k (\bar{R} - R_i) \quad (3.1)$$

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{Dy} \quad (3.2)$$

$$Dy^2 = \frac{S_k^{*2}}{n} \quad (3.3)$$

dengan:

S_k^* = Nilai penyimpangan kumulatif,

S_k^{**} = Nilai *RAPS*,

R_i = Nilai curah hujan stasiun pada tahun i ,

$\bar{R}$ = Nilai R_i rata-rata,

n = Jumlah data X_i ,

Dy = Standar deviasi data Y ,

Q_{hitung} = Nilai statistik deviasi maksimum data kumulatif terhadap nilai rata-rata,

R_{hitung} = Nilai statistik rentang perbedaan maksimum antara jumlah kumulatif,

Q_{kritis} = Nilai batas berdasarkan jumlah data (n),

R_{kritis} = Nilai batas berdasarkan jumlah data (n).

Dalam analisis hidrologi, digunakan berbagai metode untuk memahami pola kejadian hidrologis dari data historis, seperti analisis curah hujan, periode ulang, analisis frekuensi hujan, dan distribusi frekuensi hujan, serta uji kesesuaian untuk memastikan kecocokan model distribusi dengan data. Metode yang digunakan adalah sebagai berikut.

3.1.3 Analisis Curah Hujan Kawasan

Curah hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh ke permukaan bumi dalam periode waktu tertentu dan dinyatakan dalam satuan milimeter (mm). Curah hujan merupakan salah satu komponen utama dalam siklus hidrologi dan menjadi parameter penting dalam perencanaan sistem drainase, pengendalian banjir, dan infrastruktur air lainnya (Triatmodjo, 2008). Dalam analisis hidrologi, penentuan curah hujan rata-rata di suatu wilayah merupakan langkah penting. Proses ini dapat dilakukan dengan menggunakan tiga pendekatan, yaitu metode rata-rata aritmetika, metode poligon Thiessen, serta metode garis isoyet.

1. Metode aritmatika

Metode aritmatika adalah teknik paling sederhana untuk menghitung rata-rata curah hujan dengan mengambil nilai rata-rata secara matematis dari data yang diperoleh melalui alat penakar hujan (Asdak, 2017). Metode ini dianggap cukup akurat apabila diterapkan pada wilayah yang topografinya relatif datar, dengan sebaran curah hujan yang tidak terlalu bervariasi dan distribusi alat penakar hujan yang merata. Namun, kondisi ideal tersebut seringkali sulit ditemukan di lapangan, sehingga dibutuhkan metode lain yang lebih tepat dan representatif. Untuk mencari curah hujan rata-ratanya dengan metode aritmatika dapat dihitung dengan persamaan 3.4 berikut.

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \quad (3.4)$$

Dengan :

P = Curah hujan rerata tahunan

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ = Curah hujan rerata di tiap titik pengamatan

n = Jumlah stasiun yang digunakan

2. Metode Poligon Thiessen

Metode Poligon Thiessen adalah salah satu teknik untuk menghitung curah hujan rata-rata suatu daerah berdasarkan distribusi spasial dari stasiun penakar hujan yang tidak tersebar merata (Asdak, 2007). Dalam metode ini, suatu peta wilayah dibagi menjadi beberapa poligon dengan cara menarik garis tegak lurus di antara titik-titik stasiun penakar hujan. Setiap poligon akan mewakili wilayah kontribusi satu stasiun hujan. Curah hujan rata-rata wilayah dihitung berdasarkan luas masing-masing poligon dan data curah hujan pada stasiun tersebut. Untuk mencari curah hujan rata-ratanya dengan metode poligon thiessen dapat dihitung dengan persamaan 3.5 berikut.

$$P = \frac{P_1 \cdot A_1 + P_2 \cdot A_2 + P_3 \cdot A_3 + \dots + P_n \cdot A_n}{A_{total}} \quad (3.5)$$

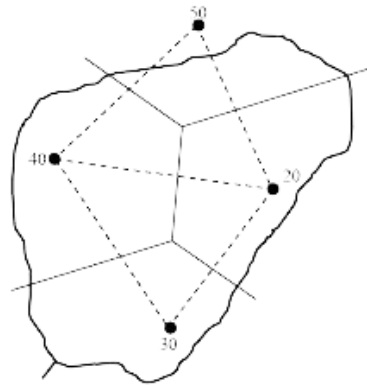
Dengan :

P = Curah hujan rerata tahunan

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ = Curah hujan rerata di tiap titik pengamatan

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = Luas wilayah yang dibatasi poligon
 A = Luas daerah penelitian
 n = Jumlah titik pengamatan

Contoh penggunaan metode Polygon Thiessen dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Polygon Thiessen

Sumber: Triadmodjo (2008)

3.1.4 Penentuan Periode Ulang Hujan

Periode ulang adalah interval waktu rata-rata dalam tahun antara kejadian curah hujan maksimum tertentu yang sama atau melebihi nilai yang diamati (Chow, 1988). Penentuan periode ulang ini digunakan sebagai dasar untuk merancang kapasitas saluran atau konstruksi drainase agar mampu menampung debit air yang ditimbulkan oleh hujan tersebut. Penentuan Periode ulang hujan (PUH) berdasarkan Tipologi kota dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. 2 Penentuan Periode Ulang Hujan Berdasarkan Tipologi Kota

Tipologi Kota	Daerah Tangkapan Air (Ha)			
	<10 Ha	10-100 Ha	101-500 Ha	>500 Ha
Kota Metropolitan	2 Th	2-5 Th	5-10 Th	10-25 Th
Kota Besar	2 Th	2-5 Th	2-5 Th	5-20 Th
Kota Sedang	2 Th	2-5 Th	2-5 Th	5-10 Th
Kota Kecil	2 Th	2 Th	2 Th	2-5 Th

Sumber: Lampiran I Permen PU No.12 (2014)

3.1.5 Analisis Frekuensi Hujan

Analisis frekuensi hujan adalah suatu metode statistika yang digunakan untuk menentukan besarnya curah hujan yang diperkirakan akan terjadi kembali dalam periode waktu tertentu, yang dikenal dengan istilah periode ulang.

Analisis frekuensi hujan digunakan untuk memperkirakan curah hujan dengan periode ulang tertentu berdasarkan data historis, yang penting dalam perencanaan bangunan air dan pengendalian banjir (Chow, 1988). Diperlukan analisis frekuensi untuk mengetahui hubungan antara besarnya kejadian dan kemungkinan terjadinya. Langkah-langkah analisis frekuensi.

1. Menentukan hujan harian maksimum rerata untuk tiap-tiap tahun data.
2. Menentukan parameter statistik dari data yang telah diurutkan dari besar ke kecil, lalu menentukan Menentukan parameter statistik dari data yang telah diurutkan dari besar ke kecil, yaitu: *Mean, Standard Deviation, Coeffisient of Variation, Coeffisient of Skewness, Coeffisient of kurtosis*. Dimana digunakan persamaan berikut.

- a. Rata-rata (*mean*)

Menentukan nilai rata-rata hujan. Untuk menentukan nilai rata-rata dapat dihitung dengan persamaan 3.6 berikut.

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3.6)$$

Dengan :

X = Hujan rata-rata

X_i = Nilai data hujan ke-i

n = Jumlah data

- b. Standar deviasi

Menurut Soewarno (1995) Standar deviasi menggambarkan seberapa jauh setiap titik data menyimpang dari nilai rata-rata. Untuk menentukan nilai Standar deviasi dapat dihitung dengan persamaan 3.7 berikut.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3.7)$$

Dengan :

S = Standar deviasi

X_i = Nilai data hujan ke-i

n = Jumlah data

c. Koefisien variasi

Menurut Soewarno (1995) koefisien variasi adalah perbandingan antara standar deviasi dengan rata-rata hitung dari suatu distribusi. Untuk menentukan nilai Koefisien variasi dapat dihitung dengan persamaan 3.8 berikut.

$$C_V = \frac{S}{\bar{x}} \quad (3.8)$$

Dengan :

C_V = Koefisien variasi

S = Standar deviasi

$\bar{X}$ = Hujan rata-rata

d. Koefisien *Skewness*

Menurut Soewarno (1995) bahwa koefisien skewness digunakan untuk mengukur seberapa jauh suatu distribusi menyimpang dari bentuk distribusi normal. Untuk menentukan nilai Koefisien *Skewness* dapat dihitung dengan persamaan 3.9 berikut.

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (3.9)$$

Dengan :

C_s = Koefisien *Skewness*

X_i = Nilai data hujan ke-i

$\bar{X}$ = Hujan rata-rata

S = Standar deviasi

n = Jumlah data

e. Koefisien Kurtosis

Menurut Soewarno (1995) bahwa Koefisien Kurtosis adalah ukuran keruncingan atau derajat kepuncakan sebuah distribusi data dibandingkan dengan distribusi normal. Untuk menentukan nilai rata-rata dapat dihitung dengan persamaan 3.10 berikut.

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (3.10)$$

Dengan :

- C_k = Koefisien *Skewness*
 X_i = Nilai data hujan ke-i
 $\bar{X}$ = Hujan rata-rata
 S = Standar deviasi
 n = Jumlah data

3. Menentukan jenis distribusi yang sesuai berdasarkan parameter statistik. Dalam analisis frekuensi data hujan untuk menentukan nilai hujan rencana digunakan beberapa metode distribusi probabilitas yaitu: Metode Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson Type III. Jenis distribusi probabilitas yang akan digunakan harus dicocokkan terlebih dahulu dengan mencocokkan parameter yang terdapat pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3. 3 Persyaratan Parameter Statistik Distribusi Frekuensi

No.	Metode	Syarat
1	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
2	Log Normal	$C_k = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v + 3$
3	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
4	Log Person Tipe III	Selain dari nilai di atas

Sumber: Triatmodjo (2008)

3.1.6 Analisis Distribusi Frekuensi

Distribusi frekuensi hujan adalah penyajian data curah hujan dalam bentuk kelompok-kelompok nilai berdasarkan besarnya curah hujan lalu dihitung berapa kali setiap interval tersebut terjadi dalam periode tertentu. Menurut Suripin (2004), dalam kajian analisis frekuensi di bidang hidrologi, terdapat beberapa jenis distribusi probabilitas kontinyu yang umum digunakan, antara lain distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson Tipe III.

1. Distribusi normal

Distribusi norma merupakan salah satu distribusi yang umum digunakan dalam analisis hidrologi, terutama untuk analisis frekuensi curah hujan. Menurut Suripin (2004), perhitungan curah hujan berdasarkan distribusi normal dapat dilakukan menggunakan persamaan 3.11 berikut.

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S \quad (3.11)$$

Dengan :

X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan periode ulang T

$\bar{X}$ = Hujan rata-rata

S = Standar deviasi

K_T = Faktor frekuensi

2. Distribusi Log Normal

Distribusi log normal diperoleh dari hasil transformasi distribusi normal, yaitu dengan cara mengubah nilai data X menjadi nilai logaritmiknya, yaitu Log X. Perhitungan curah hujan menggunakan distribusi log normal dilakukan dengan menggunakan persamaan pada 3.12 berikut (Soewarno, 1995).

$$\begin{aligned} Y_i &= \text{Log } X_i \\ Y_T &= \bar{Y} + K_T \cdot S_Y \\ X_T &= 10^{Y_T} \end{aligned} \quad (3.12)$$

Dengan :

Y_T	= Perkiraan nilai yang diharapkan periode ulang T
$\bar{Y}$	= Hujan rata-rata
K_T	= Faktor frekuensi
S_Y	= Standar deviasi variable Y

3. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel, yang juga dikenal sebagai distribusi nilai ekstrem, biasanya digunakan untuk menganalisis data maksimum. Estimasi curah hujan berdasarkan distribusi ini dihitung menggunakan persamaan 3.13 berikut (Soewarno, 1995).

$$X_T = X + \frac{S}{S_n} \cdot (Y_t - Y_n) \quad (3.13)$$

Dengan :

X_T	= Perkiraan nilai yang diharapkan periode ulang T
X	= Hujan rata-rata
S	= Standar deviasi
S_n	= <i>Standard deviation of reduce variated</i>
Y_t	= <i>Reduce variated</i>
Y_n	= <i>Mean of reduced variated</i>

Untuk mengetahui periode ulang dan nilai *Reduced Variated* (Y_t) digunakan Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3. 4 Nilai *Reduced Variated* (Y_t)

Periode ulang	<i>Reduced variate</i>
2	0,3668
5	1,5004
10	2,2510
20	2,9709
25	3,1993
50	3,9028
100	4,6012
200	5,2969
250	5,5206

Lanjutan Tabel 3. 5 Nilai *Reduced Variated* (Yt)

Periode ulang	<i>Reduced variate</i>
500	6,2149
1000	6,9087
5000	8,5188
10000	9,2121

Sumber : Suripin (2004)

Lalu untuk menentukan Standar deviasi dapat digunakan persamaan 3.14 berikut.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3.14)$$

Dengan :

S = Standar deviasi

X_i = Nilai data hujan ke-i

n = Jumlah data

4. Distribusi Log Person Type III

Metode Log Pearson Tipe III adalah teknik statistik yang digunakan dalam analisis hidrologi untuk memperkirakan besarnya curah hujan atau debit banjir berdasarkan data historis (Soewarno, 1995). Untuk mengitung Perkiraan nilai yang diharapkan periode ulang T dapat dihitung menggunakan persamaan 3.15 berikut.

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \cdot S_Y \quad (3.15)$$

$$Y_i = \log X_i$$

Dengan :

Y_T = Logaritma curah hujan periode ulang (mm/hari),

$\bar{Y}$ = Nilai logaritma hujan maksimum rata-rata (mm),

S_Y = Simpangan baku variabel Y

K_T = Faktor frekuensi berdasarkan tabel nilai K_T log *pearson* tipe III.

Lalu untuk menentukan Standar deviasi dapat digunakan persamaan 3.16 berikut.

$$S_Y = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}} \quad (3.16)$$

Dengan :

S_Y = Standar deviasi Y
 Y_i = Nilai data hujan ke-i
 n = Jumlah data

3.1.7 Uji Kesesuaian Distribusi (*Chi-Square*)

Uji kesesuaian distribusi probabilitas bertujuan untuk menilai apakah bentuk distribusi peluang yang digunakan mampu menggambarkan karakteristik sebaran data sampel secara akurat (Soewarno 1995). *Chi-Square* dan Smirnov-Kolmogorov merupakan metode yang umum digunakan dalam uji kesesuaian distribusi. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah uji *Chi-Square*. Rumus *Chi-Square* yang digunakan untuk menguji distribusi probabilitas dinyatakan pada persamaan 3.17 berikut.

$$X^2 = \sum \frac{(E_f - O_f)^2}{E_f} \quad (3.17)$$

Dengan :

X^2 = Chi-Kuadrat
 E_f = Frekuensi yang diharapkan
 O_f = Frekuensi yang diamati

Nilai Chi-Kuadrat hitung (X^2) harus lebih kecil dari nilai Chi-Kuadrat kritis ($X^2\alpha$) pada tingkat signifikansi tertentu, yang umumnya ditetapkan sebesar 5% ($P = 0,05$). Sementara itu, derajat kebebasan ditentukan menggunakan rumus tertentu, dapat dihitung dengan rumus-rumus berikut.

$$K = 1 + 3,22 \log n \quad (3.18)$$

$$D_k = k - (P + 1) \quad (3.19)$$

$$E_f = \frac{n}{k} \quad (3.20)$$

Dengan :

D_k = Derajat kebebasan

E_f = Frekuensi yang diharapkan

k = Banyaknya kelas

P = Banyaknya parameter untuk uji CHI-Kuadrat adalah 2

Disarankan agar jumlah kelas tidak kurang dari lima, dan setiap kelas memiliki frekuensi absolut minimal lima.

3.2 Kolam Retensi

Kolam retensi merupakan salah satu bentuk infrastruktur pengendali banjir yang dirancang untuk menyimpan aliran permukaan akibat hujan dalam waktu tertentu, sebelum dialirkan kembali secara bertahap ke saluran atau badan air penerima, Triadmodjo (2008). Umumnya, area yang dimanfaatkan sebagai kolam retensi adalah daerah dataran rendah atau kawasan rawa. Agar strategi pengendalian banjir berjalan efektif, maka diperlukan (Kodoatie, 2013):

1. Sistem pengontrolan yang memadai untuk memastikan ketepatan dalam memprediksi banjir.
2. Prediksi banjir yang andal dan tepat waktu guna mendukung upaya perlindungan atau evakuasi.
3. Sistem drainase yang efisien untuk mempercepat pengosongan air dari kolam setelah banjir surut.

Kolam retensi sendiri terbagi menjadi dua jenis, yaitu kolam alami dan kolam buatan (non alami). Kolam alami adalah kolam retensi yang berupa cekungan atau lahan resapan yang telah terbentuk secara alami dan dapat digunakan dengan sedikit atau tanpa modifikasi. Dalam perencanaannya, kolam alami biasanya menggabungkan fungsi sebagai tempat penyimpanan air sekaligus mempertimbangkan pemanfaatan lahan untuk kegiatan masyarakat dan kelestarian lingkungan. Selain berfungsi sebagai area tampungan, kolam alami juga berpotensi

meresapkan air ke dalam tanah, seperti lapangan sepak bola berumput, danau alami di taman rekreasi, maupun kolam rawa.

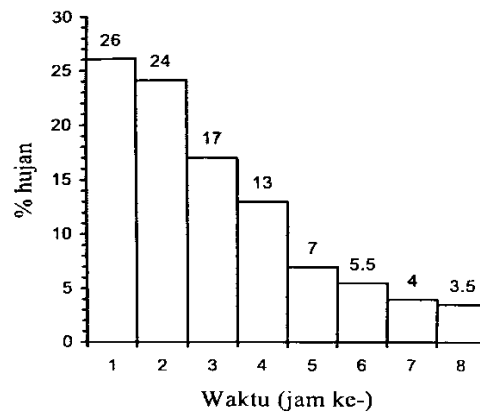
Sementara itu, kolam non alami adalah kolam retensi yang sengaja dibangun dengan desain bentuk dan kapasitas tertentu di lokasi yang telah direncanakan. Pada kolam ini, air yang masuk melalui saluran masuk (*inlet*) harus mampu ditampung sesuai kapasitas yang sudah dihitung, sehingga mampu menurunkan debit puncak banjir (*peak flow*) saat terjadi limpasan air. Dengan demikian, kolam ini berfungsi untuk mengurangi debit banjir dengan cara memperpanjang waktu konsentrasi aliran permukaan.

Dalam perencanaan kolam retensi, diperlukan beberapa komponen analisis hidrologi yang saling berkaitan, yaitu hujan rancangan yang disusun dalam bentuk hidrograf hujan, hidrograf satuan sintetis sebagai representasi respon DAS terhadap hujan, serta debit hidrograf limpasan langsung yang menggambarkan besarnya aliran permukaan akibat hujan tersebut.

3.2.1 *Hytograph* Hujan rancangan

Distribusi hujan jam-jaman (hietograf) dalam perencanaan ini diturunkan dari data curah hujan harian maksimum menggunakan metode empiris Tadashi Tanimoto. Pemilihan metode ini didasarkan pada kesesuaiannya dengan karakteristik presipitasi di Pulau Jawa yang umumnya terkonsentrasi dalam durasi 8 jam.

Pada DAS yang tidak memiliki data pengamatan curah hujan otomatis (*ARR/ Automatic Rainfall Recorder*) yang memadai, pendekatan empiris dapat digunakan. Untuk karakteristik presipitasi di Pulau Jawa, metode yang lazim digunakan adalah Metode Tadashi Tanimoto (1969). Berdasarkan hasil pengamatannya, hujan badai yang berpotensi memicu banjir di Pulau Jawa umumnya terkonsentrasi dalam durasi 8 jam. Pola distribusinya bersifat asimetris, di mana intensitas hujan puncak terjadi pada jam pertama pengamatan dan mengalami peluruhan intensitas secara bertahap hingga jam kedelapan.



Gambar 3. 2 Distribusi Hujan Tadashi Tanimoto

Sumber: Triatmodjo (2008)

Berdasarkan ketetapan empiris Tanimoto, intensitas hujan puncak terjadi pada jam pertama pengamatan dengan besaran 26% dari total curah hujan harian. Intensitas ini kemudian mengalami peluruhan secara bertahap pada jam-jam berikutnya. Secara berurutan, agihan curah hujan dari jam kedua hingga jam kedelapan ditetapkan berturut-turut sebesar 24%, 17%, 13%, 7%, 5,5%, 4%, dan 3,5%. Jika diakumulasikan, total keseluruhan persentase peluruhan tersebut pada akhir jam kedelapan akan mencapai tepat 100% dari curah hujan harian rencana yang ditetapkan.

Perhitungan distribusi curah hujan jam-jaman berdasarkan pola Tadashi Tanimoto dilakukan dengan mengalikan total curah hujan harian maksimum (R_{24}) dengan koefisien persentase agihan hujan pada masing-masing jam. Dapat dihitung menggunakan Persamaan 3. 21 berikut.

$$R_t = R_{24} \cdot p_t \quad (3.21)$$

Dengan :

R_t = Curah hujan pada jam ke-t (mm)

R_{24} = Curah hujan rancangan harian maksimum 24 jam (mm)

p_t = Presentase Distribusi.

Dalam Triatmodjo (2008) menjelaskan daerah yang tidak tersedia untuk menurunkan hidrograf satuan, maka dibuat hidrograf satuan sintesis yang didasarkan pada karakteristik fisik dari DAS. Hidrograf Satuan Sintetis yang digunakan pada penelitian ini adalah HSS Nakayasu dikembangkan berdasarkan beberapa sungai di Jepang (Triatmojo, 2008). Rumus Perhitungan HSS Nakayasu adalah sebagai berikut.

$$Q_p = \frac{I}{3,6} \left(\frac{A \cdot Re}{0,3 \cdot T_p + T_{0,3}} \right) \quad (3.22)$$

Dengan persamaan turunan:

$$T_p = t_g + 0,8 \cdot T_r \quad (3.23)$$

$$t_g = 0,4 + 0,058 \cdot L \quad \text{Untuk } L > 15 \text{ Km} \quad (3.24)$$

$$t_g = 0,21 \cdot L^{0,7} \quad \text{Untuk } L < 15 \text{ Km} \quad (3.25)$$

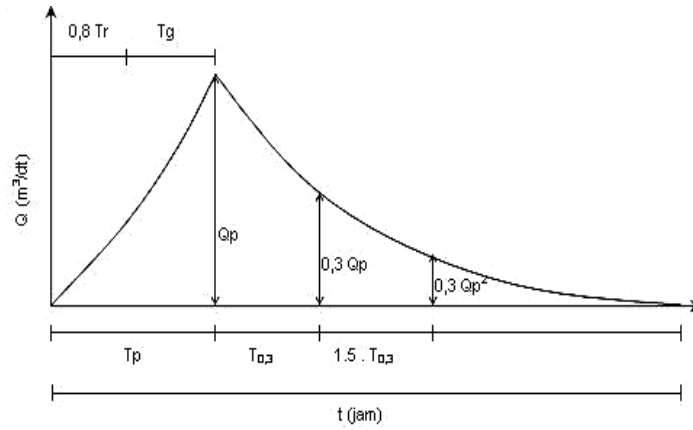
$$T_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \quad (3.26)$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g \quad (3.27)$$

Dengan :

Q_p	= Debit puncak (m ³ /s)
A	= Luasan DAS (Km ²)
Re	= Curah hujan efektif (1 mm)
T_p	= Waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (jam)
$T_{0,3}$	= Waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak (jam)
T_g	= Waktu Konsentrasi (jam)
T_r	= Satuan waktu dari curah hujan (jam)
α	= Koefisien karakteristik DAS biasanya diambil nilai 2
L	= Panjang sungai utama (Km)

Bentuk HSS Nakayasu dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Bentuk HSS Nakayasu

Sumber: Triatmodjo (2008)

a. Pada Kurva Naik ($0 < t < T_p$)

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \quad (3.28)$$

b. Pada Kurva Turun ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p)}{T_{0,3}}} \quad (3.29)$$

c. Pada Kurva Turun ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5 \cdot T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \cdot 0,3^{\frac{[(t-T_p)+(0,5 \cdot T_{0,3})]}{(1,5 \cdot T_{0,3})}} \quad (3.30)$$

d. Pada Kurva Turun ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5 \cdot T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \cdot 0,3^{\frac{[(t-T_p)+(1,5 \cdot T_{0,3})]}{(2 \cdot T_{0,3})}} \quad (3.31)$$

3.2.2 Debit Hidrograf Limpasan Langsung

Apabila hujan terdiri dari beberapa intensitas berbeda yang terjadi secara berurutan seperti pada, analisis hidrograf satuan menjadi lebih rumit. Debit rencana dapat dihitung dengan persamaan berikut (Triatmodjo, 2008).

$$Q_n = \sum_{m=1}^{n \leq M} (p_m \cdot q_{n-m+1}) \quad (3.32)$$

$$n = 1, 2, 3, \dots, N$$

$$m = 1, 2, 3, \dots, M$$

Dengan:

Q_n = Hidrograf limpasan langsung (m^3/s)

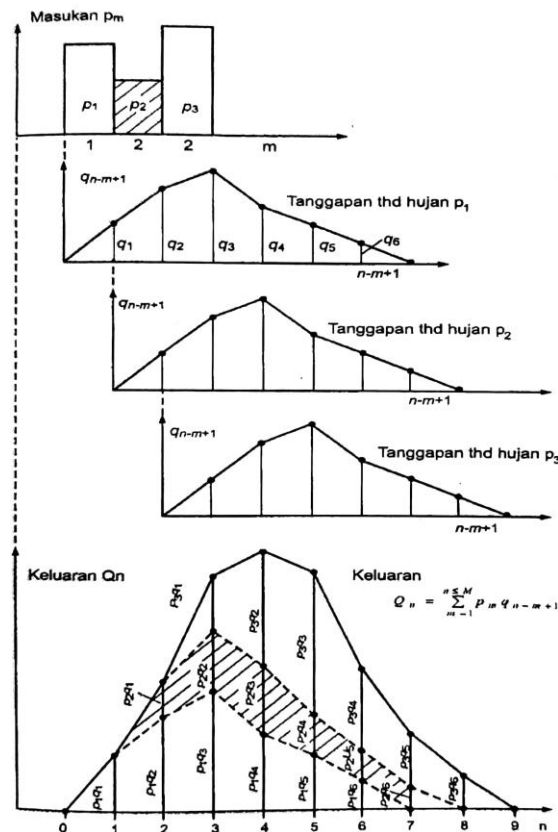
p_m = Hujan efektif

q_{n-m+1} = Hidrograf satuan (m^3/s)

N = Jumlah ordinat dari hidrograf limpasan langsung

M = Jumlah durasi hujan yang berurutan

Penurunan hidrograf rencana dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3. 2 Penurunan Hidrograf dari Hujan Berurutan

Sumber: Triatmodjo (2008)

Selanjutnya untuk menghitung Volume Kolam Retensi dengan menggunakan rumus luas trapesium.

3.3 Pompa (*outflow*)

Suripin (2004) berpendapat pompa berfungsi untuk membantu mengeluarkan air dari kolam penampung banjir maupun langsung dari saluran drainase pada saat air tidak dapat mengalir secara gravitasi karena air di muaranya lebih tinggi baik akibat pasang surut maupun banjir. Dalam perencanaan hidrolika sistem pompa, perlu dipelajari hal-hal berikut.

1. Aliran masuk (*inflow*) ke kolam penampung,
2. Tinggi muka air sungai,
3. Kolam penampung dan volume tampungan,
4. Ketinggian air maksimum dan kapasitas pompa yang diperlukan,

5. Pengaruh pompa, dan
6. Pola operasi pompa.

3.4 Imbangan Air

Imbangan air dalam kolam retensi mengikuti persamaan kontinuitas berikut.

1. Menghitung besarnya volume aliran masuk (input).

$$S_{n+1} = S_n + \left(\frac{I_{t+1} + I_t}{2}\right) \cdot \Delta t - \left(\frac{O_{t+1} + O_t}{2}\right) \cdot \Delta t \quad (3.33)$$

Dengan :

S_{n+1}	=	Tampungan (Volume) air di kolam pada akhir waktu ke-n
S_n	=	Tampungan (Volume) air di kolam pada awal waktu ke-n.
I	=	Debit aliran yang masuk ke kolam.
O	=	Debit aliran yang keluar dari kolam.
Δt	=	Interval waktu hitungan (Jam).
$\frac{I_{t+1} + I_t}{2}$	=	Rata-rata debit masuk selama selang waktu Δt
$\frac{O_{t+1} + O_t}{2}$	=	Rata-rata debit keluar selama selang waktu Δt

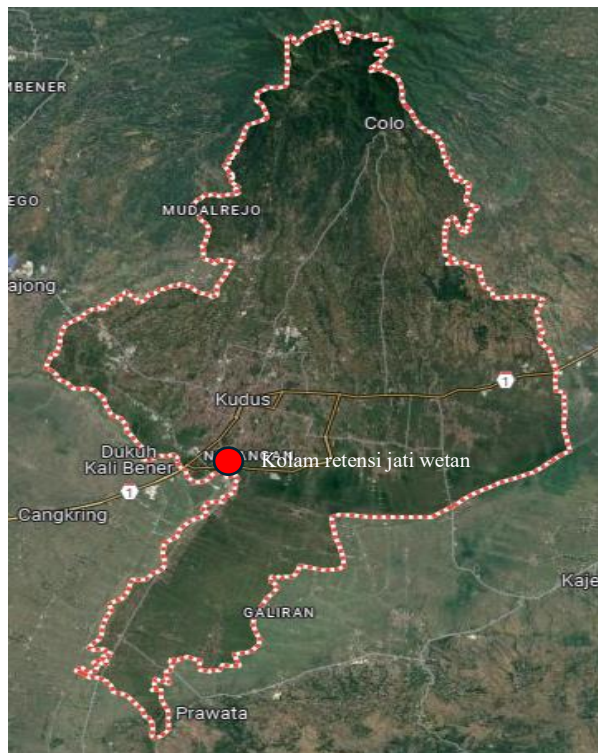
BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Desa Jati Wetan, Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Kudus, Provinsi Jawa Tengah. Jati Wetan terletak di daerah dataran rendah dengan karakteristik tanah yang memiliki daya serap rendah, sehingga menyebabkan air hujan sulit meresap ke dalam tanah dan cenderung tertahan di permukaan.

Berikut ini lokasi Penelitian kolam retensi dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian Kolam Retensi Jati Wetan

Sumber: Google earth

4.2 Pengumpulan Data

Pada pengumpulan data dikelompokkan menjadi data primer dan sekunder meliputi:

1. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini diperoleh secara langsung dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Kudus serta melalui studi pustaka. Data ini mencakup informasi teknis yang berkaitan langsung dengan objek penelitian, yaitu kolam retensi.

Jenis-jenis data primer yang digunakan meliputi:

- a. Luas area kolam retensi.
- b. Kedalaman kolam retensi
- c. Volume tampungan kolam retensi
- d. Parameter teknis lainnya seperti bentuk penampang, elevasi dasar kolam, dan spesifikasi fisik kolam lainnya.

Data ini bersifat kuantitatif karena berupa angka hasil pengukuran teknis, tetapi juga dapat mencakup data kualitatif jika menjelaskan bentuk atau kondisi umum kolam.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari pihak ketiga, bukan hasil pengamatan langsung, dan berfungsi sebagai data pendukung dalam analisis.

Jenis-jenis data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini mencakup:

- a. Peta lokasi wilayah studi (kualitatif/spasial), yang digunakan untuk memahami posisi dan kondisi geografis kolam retensi
- b. Data curah hujan (kuantitatif), diperoleh dari Stasiun Hujan Kudus melalui Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana. Data ini digunakan dalam analisis hidrologi dan untuk menghitung kapasitas tampungan kolam retensi.

Peta bersifat kualitatif karena menggambarkan informasi visual dan spasial, sedangkan data curah hujan bersifat kuantitatif karena berupa angka dalam satuan milimeter.

4.3 Analisis Data

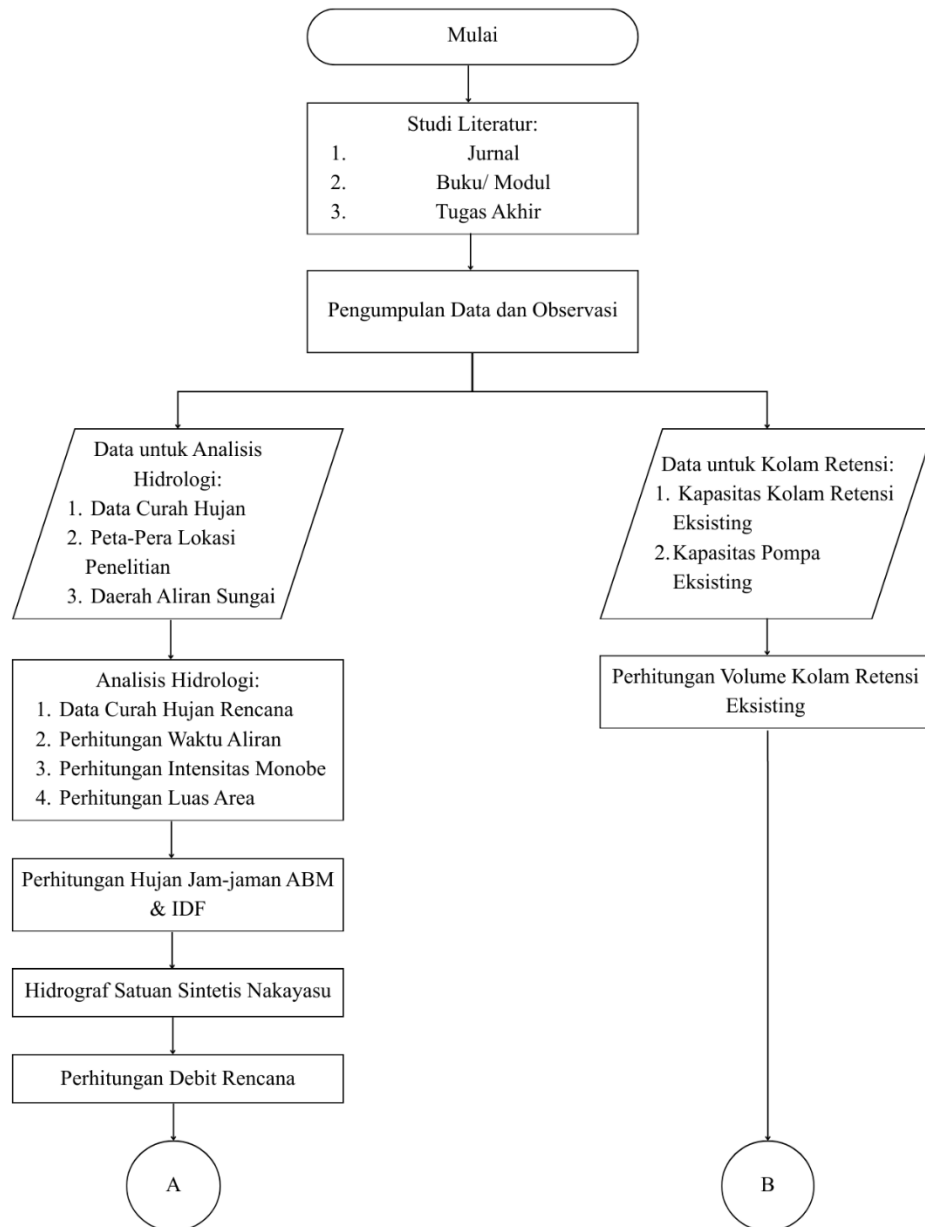
Analisis data merupakan tahap penting dalam penelitian yang bertujuan untuk mengolah dan menafsirkan data yang telah diperoleh, baik data primer maupun data sekunder, sehingga menghasilkan informasi yang dapat digunakan untuk menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian.

Langkah-langkah yang digunakan untuk mewujudkan konsep analisis data di atas adalah sebagai berikut.

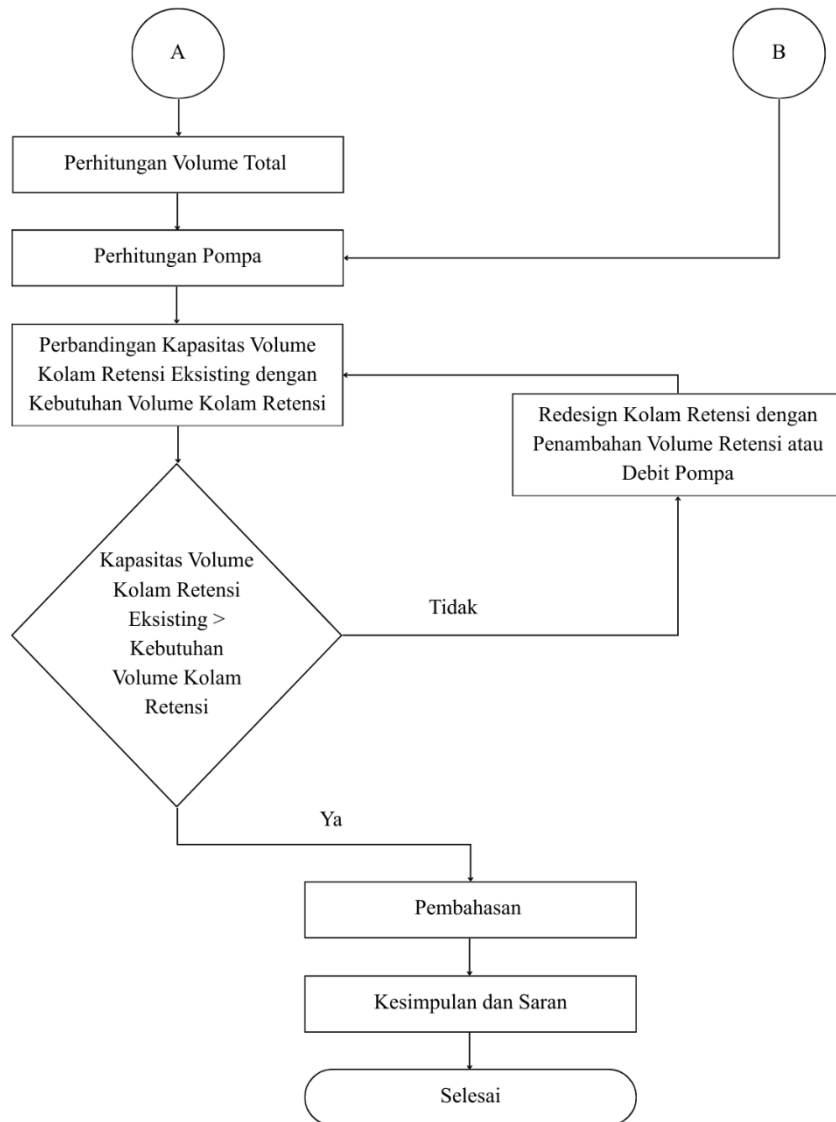
1. Analisis curah hujan, data jumlah curah hujan, dan jumlah hari hujan pada stasiun hujan.
2. Analisis frekuensi dan probabilitas dengan menggunakan distribusi normal, distribusi log normal, distribusi gumbel, dan distribusi log pearson tipe III. Kemudian menguji hasil distribusi frekuensi yang dipilih dengan uji kecocokan Chi-Kuadrat.
3. Menganalisis intensitas hujan dengan rumus mononobe.
4. Menghitung hujan jam-jaman menggunakan Tadashi Tanimoto
5. Mengitung hidrograf debit rancangan dengan metode Nakayasu
6. Menganalisis kapasitas kolam retensi.
7. Menganalisis Pompa
8. Menganalisis apakah daya tampung kolam retensi eksisting cukup menampung debit banjir puncak atau tidak.
9. Jika kapasitas tidak memenuhi maka perlu dilakukan *redesign* ulang dimensi saluran dan kapasitas kolam retensi sesuai dengan debit rencana.
10. Merencanakan dimensi saluran dan volume kolam retensi dan kebutuhan pompa yang sesuai.

4.4 Bagan Alir

Tahapan digambarkan dalam bagan alir seperti pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4. 2 Bagan Alir



Lanjutan Gambar 4. 2 Bagan Alir

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

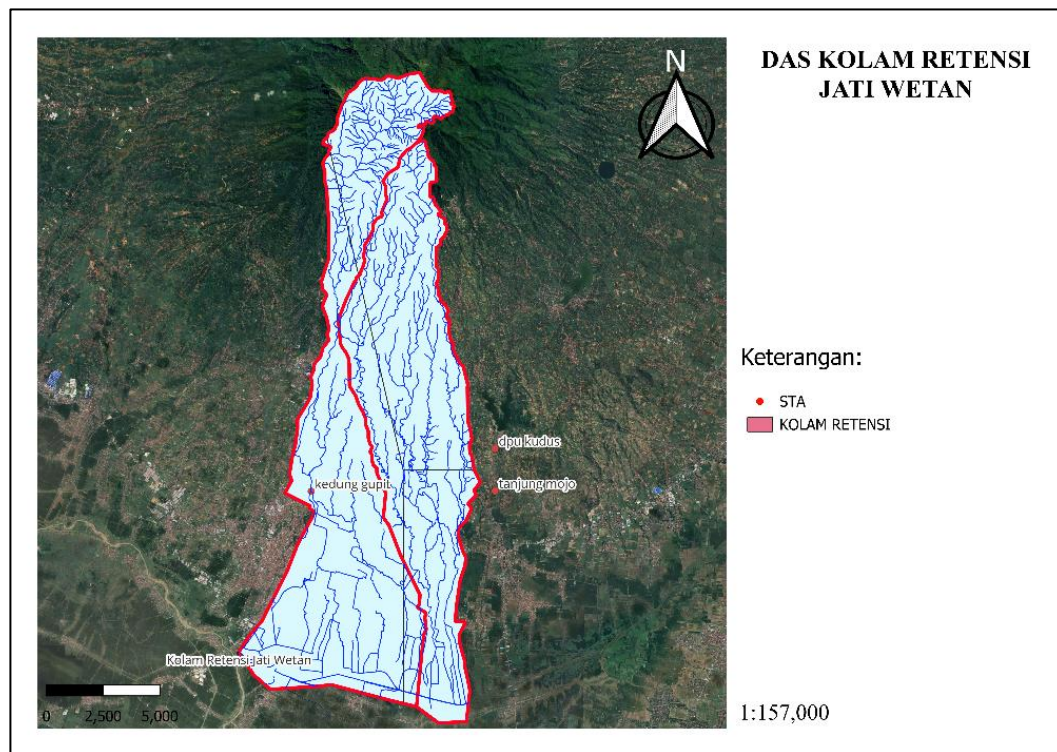
5.1 Analisis Hidrologi

Berdasarkan ketentuan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12 Tahun 2014, data hujan yang krusial dalam analisis hidrologi adalah data hujan maksimum harian yang mencakup periode waktu minimal sepuluh tahun terakhir dari setidaknya satu stasiun pencatat. Dalam pelaksanaan penelitian ini, penentuan stasiun curah hujan didasarkan pada kriteria kedekatan lokasinya dengan area studi. Telah dipilih tiga stasiun, yaitu Stasiun Tanjung Mojo, Stasiun DPU Kudus, dan Stasiun Kedung Gupit. Data curah hujan yang digunakan bersumber dari PUPR Kabupaten Kudus, mencakup periode pengamatan dari tahun 2014 hingga tahun 2024.

Setelah dilakukan pemilihan stasiun selanjutnya dilakukan penentuan hujan kawasan.

5.1.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Penentuan batas Daerah Aliran Sungai (DAS) dilakukan menggunakan metode digitasi *on-screen* pada perangkat lunak QGIS. Proses ini didasarkan pada interpretasi topografi melalui garis kontur yang telah diekstraksi dari data DEM (*Digital Elevation Model*). Garis batas DAS ditarik dengan menghubungkan titik-titik tertinggi pada punggung bukit yang berfungsi sebagai pemisah aliran air. Prinsip utama yang diterapkan adalah menarik garis batas yang memotong garis kontur secara tegak lurus pada bagian punggung bukit, dimulai dari titik kontrol hingga kembali menutup menjadi satu poligon utuh yang melingkupi area tangkapan air. Gambar Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut



Gambar 5. 1 Daerah Aliran Sungai

Sumber : Hasil Analisis

5.1.2 Pengujian Konsistensi metode RAPS

Pengujian konsistensi mutlak dilakukan untuk memvalidasi kualitas dan keandalan data stasiun penakar hujan sebelum digunakan dalam analisis hidrologi. Analisis pada tugas akhir ini menggunakan metode RAPS sebagai alat penguji karena sifatnya yang objektif dan tidak terpengaruh oleh kesalahan internal saat pengumpulan data. Sebagai contoh, rekapitulasi hasil pengujian konsistensi untuk Stasiun Tanjung Mojo disajikan pada Tabel 5.1 berikut.

Table 5. 1 Perhitungan Uji Kosistensi RAPS Stasiun Tanjung Mojo

No	Tahun	Curah Hujan Max (mm)	(Ri- Rrerata)	$Sk^* = \sum(Ri- Rrerata)$	Dy^2	$Sk^{**} = (Sk^*/Dy)$	$ Sk^{**} $
1	2014	241	2,00	2,00	0,36	0,003	0,003
2	2015	1350	1111,00	1113,00	112615,36	1,790	1,790
3	2016	99	-140,00	973,00	86066,27	1,565	1,565
4	2017	104	-135,00	838,00	63840,36	1,348	1,348
5	2018	144	-95,00	743,00	50186,27	1,195	1,195

Lanjutan Table 5. 1 Perhitungan Uji Konsistensi RAPS Stasiun Tanjung Mojo

No	Tahun	Curah Hujan Max (mm)	(Ri- R _{rerata})	Sk* = Σ(Ri- R _{rerata})	Dy ²	Sk** =(Sk*/Dy)	Sk**
6	2019	105	-134,00	609,00	33716,45	0,979	0,979
7	2020	115	-124,00	485,00	21384,09	0,780	0,780
8	2021	138	-101,00	384,00	13405,09	0,617	0,617
9	2022	78	-161,00	223,00	4520,82	0,359	0,359
10	2023	120	-119,00	104,00	983,27	0,167	0,167
11	2024	135	-104,00	0,00	0,00	0,000	0,000
Jumlah		2629	0,00	5474,0	386718,36	8,80	8,80

Berikut merupakan tahapan untuk mencari hasil dari Tabel 5.1 dengan menggunakan data curah hujan tahun 2011.

1. Rerata curah hujan (R_{rerata})

$$\begin{aligned}
 R_{rerata} &= \frac{2629}{11} \\
 &= 239 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

2. Nilai penyimpangan kumulatif (S_k^*)

$$\begin{aligned}
 S_k^* &= 241 - 239 \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

3. Standar deviasi data Y kuadrat (D_y^2)

$$\begin{aligned}
 D_y^2(2014) &= \frac{(2)^2}{11} \\
 &= 0,36
 \end{aligned}$$

4. Standar deviasi data Y (D_y)

$$\begin{aligned}
 D_y &= \sqrt{386718,36} \\
 &= 621,867
 \end{aligned}$$

5. Nilai $RAPS S_k^{**}$

$$\begin{aligned}
 S_k^{**} &= \frac{2}{621,867} \\
 &= 0,003
 \end{aligned}$$

Pada tahun yang lain digunakan cara yang sama perhitungan dengan tahun 2014. Langkah seterusnya adalah mencari nilai Q_{hitung} serta R_{hitung} dengan penjabaran berikut ini.

1. Q_{hitung} = Nilai maksimum $|S_k^{**}|$
 $= 1,790$
2. R_{hitung} = Nilai maksimum S_k^{**} – Nilai minimum S_k^{**}
 $= 1,790 - (0)$
 $= 1,790$
3. $\frac{Q_{hitung}}{\sqrt{n}}$ = $\frac{1,790}{11}$
 $= 0,540$
4. $\frac{R_{hitung}}{\sqrt{n}}$ = $\frac{1,790}{11}$
 $= 0,540$
5. $\frac{Q_{kritis}}{\sqrt{n}}$ = 1,148 (Didapatkan dari Tabel 5.2 dengan nilai $\alpha = 95\%$)
6. $\frac{R_{kritis}}{\sqrt{n}}$ = 1,295 (Didapatkan dari Tabel 5.2 dengan nilai $\alpha = 95\%$)

Rekapitulasi interpolasi nilai $\left(Q_{kritis}/\sqrt{n}\right)$ dan $\left(R_{kritis}/\sqrt{n}\right)$ dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut.

Table 5. 2 Interpolasi Nilai $(Q_{kritis}/\sqrt{n})$ dan $(R_{kritis}/\sqrt{n})$

Banyak Data n	Q/n^{0,5}			R/n^{0,5}		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,050	1,140	1,290	1,210	1,280	1,380
11	1,055	1,148	1,303	1,223	1,295	1,402
20	1,100	1,220	1,420	1,340	1,430	1,600

Sumber : Hasil Analisis

Setelah didapatkannya nilai dari $\frac{Q_{hitung}}{\sqrt{n}}$ dan $\frac{R_{hitung}}{\sqrt{n}}$ dengan nilai 0,576 dan 0,963 secara berurutan yang keduanya memiliki nilai lebih kecil daripada nilai $\frac{Q_{kritis}}{\sqrt{n}}$ dan $\frac{R_{kritis}}{\sqrt{n}}$, maka dapat disimpulkan bahwa data curah hujan Stasiun Kalijoho telah memenuhi syarat sebagai data yang kosnisten. Tahapan penjabaran yang sebelumnya dilakukan tersebut juga digunakan untuk menghitung stasiun lainnya, sehingga didapatkan rekapitulasi dari hasil pengujian untuk stasiun lainnya. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut.

Table 5. 3 Rekapitulasi Hasil Penjabaran Uji Konsistensi Setiap Stasiun

Stasiun Hujan	$\frac{Q_{hitung}}{\sqrt{n}}$	$\frac{Q_{kritis}}{\sqrt{n}}$	$\frac{R_{hitung}}{\sqrt{n}}$	$\frac{R_{kritis}}{\sqrt{n}}$	Keterangan
Stasiun Tanjung mojo	0,540	1,148	0,540	1,295	Konsisten
Stasiun DPU Kudus	0,274	1,148	0,383	1,295	Konsisten
Stasiun Kedung gupit	0,551	1,148	0,551	1,295	Konsisten

Sumber : Hasil Analisis

5.1.3 Analisis Curah Hujan Kawassan

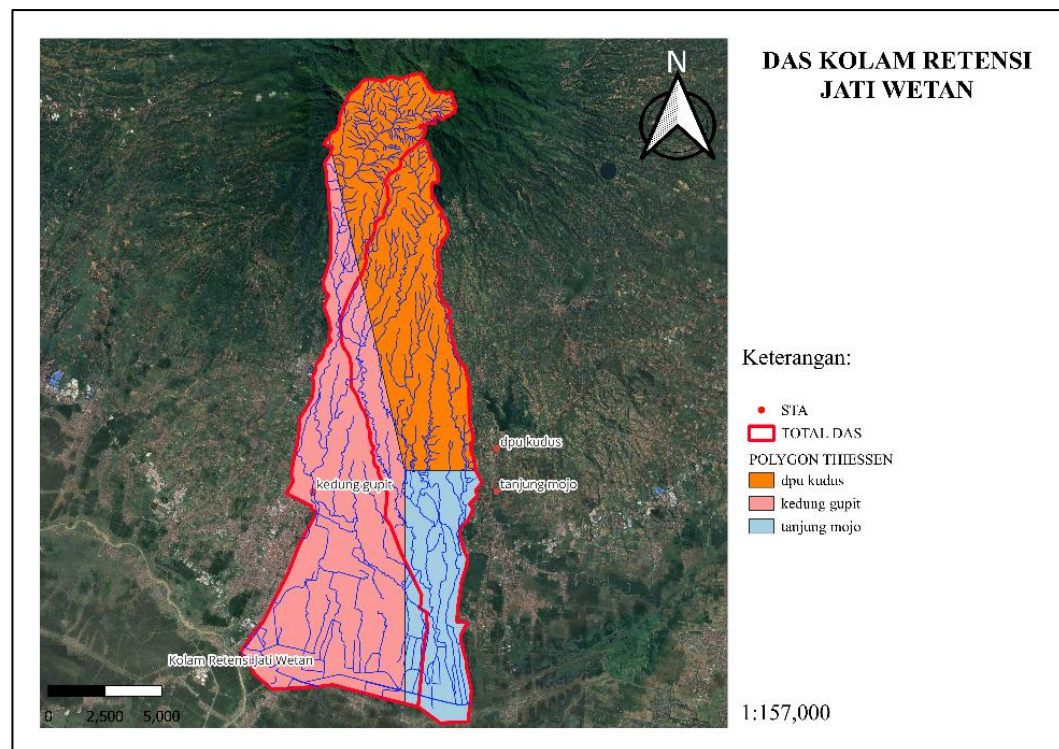
Pada penentuan hujan kawasan metode *Polygon Thiessen* digunakan karena mempertimbangkan distribusi spasial stasiun curah hujan serta bobot pengaruh setiap stasiun terhadap area kawasan studi yang diselidiki. Analisis area *Polygon Thiessen* dilakukan dalam penelitian ini, dengan melibatkan sebanyak tiga titik koordinat stasiun curah hujan yang tersedia dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

Table 5. 4 Koordinat Stasiun Curah Hujan

Stasiun	Koordinat	
	Longitudinal	Lattitude
Tanjung Mojo	110,92	-6,78167
Kedung Gupit	110,8471	-6,78182
DPU Kudus	110,92	-6,65

Sumber : Hasil Analisis

Analisis *Polygon Thiessen* ini dilaksanakan dengan menggunakan perangkat lunak QGIS, dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut.

**Gambar 5. 2 Analisis Polygon Thiessen**

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis pada aplikasi QGIS didapatkan luasan serta pengaruh STA berdasarkan luas Kabupaten Kudus yang dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

Table 5. 5 Presentase Pengaruh STA

Nama STA	Luasan (km²)	Persetase Pengaruh STA
DPU Kudus	64,1348	36,529 %
Kedung Gupit	82,5672	47,028 %
Tanjung Mojo	28,8664	16,4417%
Total	175,5683	100%

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis Poligon Thiessen yang diolah menggunakan perangkat lunak QGIS, diperoleh luasan area pengaruh untuk setiap stasiun curah hujan dalam batas wilayah Kabupaten Kudus. Tabel 5.2 menyajikan luasan dalam kilometer persegi (km²) serta persentase pengaruh relatif dari setiap Stasiun. Dari hasil tersebut, terlihat bahwa Stasiun Kedung Gupit memiliki area pengaruh terluas yaitu 82,5672 km² mencakup 47,0285 % dari total area, Stasiun DPU Kudus yaitu 64,1348 Km² mencakup 36,5298 %, sedangkan Stasiun Tanjung Mojo memiliki persentase pengaruh 16,4417% dengan luasan 28,8664 km².

Dikarenakan luasan wilayah telah diketahui untuk setiap stasiun dan curah hujan tahunan maksimumnya, maka dapat dilakukan perhitungan curah hujan dengan metode *polygon thiessen* pada setiap stasiun menggunakan persamaan 3.2. berikut contoh perhitungan pada Tanggal 22 Januari 2014.

$$\begin{aligned}\bar{P} &= \frac{(241 \times 28,8664) + (165 \times 64,1348) + (335 \times 82,5672)}{175,5683} \\ &= 257,4441 \text{ mm}\end{aligned}$$

Hasil dari seluruh perhitungan curah hujan maksimum tahunan tersebut kemudian direkapitulasi dan disajikan dalam Tabel 5.6 berikut.

Table 5. 6 Rekapitulasi Persebaran Curah Hujan Maksimum Tahunan

Tahun	Curah Hujan Max Bulanan (mm)												Max Tahunan (mm)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	
2014	257,4	37,7	34,4	36,9	10,3	7,5	25,1	5,9	5,3	1,1	34,1	52,8	257,4
2015	317,2	39,9	64,9	22,5	12,5	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	47,3	69,3	317,2
2016	33,6	39,3	62,5	35,8	19,1	23,5	9,8	30,1	59,9	54,7	66,0	69,6	69,6
2017	54,1	63,9	57,0	43,7	13,1	34,7	21,3	6,7	8,7	44,5	60,1	77,7	77,7
2018	50,4	102,2	81,1	23,0	12,8	0,9	0,0	0,0	6,1	13,2	73,1	43,0	102,2
2019	112,2	35,7	47,5	23,7	34,9	0,3	0,0	0,0	0,0	6,1	26,2	20,0	112,2
2020	34,7	52,5	32,2	33,4	22,9	3,7	34,7	13,2	55,7	41,9	57,7	79,7	79,7
2021	56,1	59,7	27,8	53,8	29,1	28,9	0,2	15,2	43,0	52,2	65,0	29,5	65,0
2022	48,2	65,3	57,1	48,9	49,4	25,8	11,8	6,8	9,9	42,1	35,9	91,3	91,3
2023	60,3	102,1	61,7	27,1	28,9	10,5	14,1	0,0	11,0	10,6	37,6	35,5	102,1
2024	57,9	40,9	102,1	34,6	21,6	34,3	5,2	5,0	39,8	23,3	33,9	32,7	102,1

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan tabel di atas, curah hujan maksimum harian tahunan dari tahun 2014 hingga 2024 menunjukkan variasi yang signifikan. Hujan maksimum pada tahun 2014 terjadi pada tanggal 22 Januari sebesar 257,4 mm, sedangkan pada tahun 2015 tercatat sebesar 317,2 mm pada tanggal 12 Januari. Untuk tahun-tahun berikutnya, curah hujan maksimum terjadi pada 18 November 2016 sebesar 69,6 mm, 11 Desember 2017 sebesar 77,7 mm, 6 Maret 2018 sebesar 102,2 mm, dan 26 Januari 2019 sebesar 112,2 mm.

Selanjutnya, pada tahun 2020 hujan maksimum tercatat pada 17 November sebesar 79,7 mm, tahun 2021 pada 18 Januari sebesar 65,0 mm, tahun 2022 pada 31 Desember sebesar 91,3 mm, tahun 2023 pada 16 Februari sebesar 102,1 mm, dan terakhir pada tahun 2024 terjadi pada tanggal 13 Maret sebesar 102,1 mm.

5.1.4 Penentuan Periode Ulang Hujan

Berdasarkan klasifikasi jumlah penduduk Kabupaten Kudus yang mencapai 874.832 jiwa (BPS, 2024), wilayah studi termasuk dalam tipologi Kota Besar. Mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, untuk kawasan Kota Besar dengan

luas daerah tangkapan air (*Catchment Area*) di atas 500 Ha, kriteria desain kala ulang yang ditetapkan adalah 5 sampai 20 tahun.

Mengingat luas DAS yang dianalisis sebesar 175,5683 km² (17556,832 Ha) yang jauh melampaui batas minimal 500 Ha, serta tingginya risiko dampak banjir di area perkotaan Kudus, maka dalam perencanaan kolam retensi ini ditetapkan penggunaan Kala Ulang 10 Tahun (Q_{10}) sebagai dasar perhitungan debit banjir rancangan.

5.1.5 Analisis Frekuensi Hujan

Analisis frekuensi merupakan prosedur statistik yang fundamental dalam hidrologi, yang bertujuan untuk memprediksi probabilitas keterjadian suatu peristiwa hidrologi, baik dalam bentuk debit maupun curah hujan rencana, pada periode ulang tertentu.

Proses analisis frekuensi ini melibatkan beberapa tahapan sistematis, yang diawali dengan penentuan parameter statistik dari data hidrologi. Tahapan ini kemudian dilanjutkan dengan pemilihan distribusi probabilitas yang paling sesuai untuk merepresentasikan data, dan diakhiri dengan perhitungan nilai hujan rencana berdasarkan periode ulang yang telah ditetapkan.

5.1.6 Analisis Parameter Statistik

Tahap penentuan parameter statistik bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik statistik yang esensial, yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menentukan jenis distribusi probabilitas yang paling sesuai untuk data yang dianalisis. Dalam studi ini, data yang digunakan adalah data curah hujan kawasan maksimum yang diperoleh dari hasil analisis curah hujan kawasan selama periode tahun 2014 hingga 2024. Parameter statistik yang dihitung pada tahapan ini merupakan parameter statistik normal. Hasil analisis parameter statistik tersebut dirangkum dan disajikan dalam Tabel 5.7 berikut

Table 5. 7 Analisis Parameter Statistik

Tahun	X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
2014	257,4441	132,3145	17507,1212	2316445,6072	306499292,1701
2015	317,1687	192,0390	36878,9960	7082207,2828	1360060344,8435
2016	69,6059	-55,5237	3082,8830	-171173,1153	9504167,3119
2017	77,7168	-47,4128	2247,9762	-106582,9107	5053397,1938
2018	102,1567	-22,9729	527,7554	-12124,0866	278525,7625
2019	112,1637	-12,9660	168,1166	-2179,7959	28263,1853
2020	79,6912	-45,4384	2064,6511	-93814,5061	4262784,0145
2021	64,9595	-60,1701	3620,4467	-217842,8109	13107634,1052
2022	91,3000	-33,8296	1144,4451	-38716,1750	1309754,5776
2023	102,0991	-23,0306	530,4068	-12215,5664	281331,3592
2024	102,1204	-23,0093	529,4274	-12181,7468	280293,3255
Jumlah	1376,4261	0,0000	68302,2253	8731822,1764	1700665787,8490

Sumber: Hasil Analisis

Langkah-langkah yang digunakan dalam mencari parameter statistik menggunakan Persamaan 3.4 s.d. 3.8 sebagai berikut.

1. Nilai rata-rata ($\bar{x}$)

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{1367,4261}{11} \\ &= 125,1296\end{aligned}$$

2. Standar deviasi (σ)

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{172163,9}{11-1}} \\ &= 82,6451\end{aligned}$$

3. Koefisien variasi (C_v)

$$\begin{aligned}C_v &= \frac{82,6451}{125,1296} \\ &= 0,6604\end{aligned}$$

4. Koefisien kemencengan (C_s)

$$\alpha = \frac{(11 \times 8731822,1764)}{(11-1) \times (11-2)}$$

$$= 1067222,7105$$

$$C_s = \frac{51067222,7105}{(82,64516037)^3}$$

$$= 2,3095$$

5. Koefisien kurtois (C_k)

$$C_k = \frac{11^2 \times 1700665787,8490}{(11-1) \times (11-2) \times (11-3) \times (82,64516037)^4}$$

$$= 6,1263$$

Dari nilai C_s dan C_k yang didapatkan, nilai tersebut dipergunakan untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai dengan parameter berdasarkan Tabel 3.3.

5.1.7 Penentuan Distribusi Frekuensi

Penentuan jenis distribusi yang paling sesuai didasarkan pada hasil perhitungan parameter statistik. Distribusi terpilih nantinya akan digunakan sebagai landasan dalam analisis hujan rencana untuk berbagai periode ulang. Ringkasan hasil analisis parameter statistik serta keputusan pemilihan distribusi tersebut disajikan dalam Tabel 5.8 berikut.

Table 5. 8 Rekapitulasi Pemilihan Hasil Distribusi

Parameter untuk menentukan distribusi					
No	Jenis Distribusi	Syarat		Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Normal	$C_s \sim 0$	0	1,8906	Tidak Memenuhi
		$C_k \sim 3$	3	6,1264	
2	Gumbel	$C_s \sim 1,1396$	1,14	1,8906	Tidak Memenuhi
		$C_k \sim 5,4002$	5,4	6,1264	
3	Log Normal	$C_s = 3C_v + C_v^2$	2,2695	1,8906	Tidak Memenuhi
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	13,3683	6,1264	
4	Log Pearson III	Selain Nilai Di atas			Memenuhi

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa distribusi Log *Pearson* III merupakan jenis distribusi yang memenuhi syarat dan terpilih untuk digunakan pada tahapan analisis selanjutnya.

5.1.8 Analisis distribusi Log *pearson* III

Penerapan distribusi Log *Pearson* III menggunakan acuan parameter 52tatistic data yang telah ditransformasikan ke dalam bentuk logaritma, sesuai dengan hasil analisis yang telah dilakukan, yaitu nilai dari koefisien kemencengan (C_s), nilai rerata Log ($\text{Log } \bar{x}$), dan nilai standar deviasi Log (σ).

Berikut ini Tabel 5.9 sebagai rekapitulasi analisis parameter statistik logaritma untuk mencari nilai kemencengan (C_s), nilai rerata Log ($\text{Log } \bar{x}$), dan nilai standar deviasi Log (σ).

Table 5. 9 Analisis Parameter Statistik Logaritma

Tahun	X_i	Y_i	$Y_i - \bar{Y}$	$(Y_i - \bar{Y})^2$	$(Y_i - \bar{Y})^3$	$(Y_i - \bar{Y})^4$
2014	257,4441	2,4107	0,3746	0,1403	0,0526	0,0197
2015	317,1687	2,5013	0,4652	0,2164	0,1007	0,0468
2016	69,6059	1,8426	-0,1934	0,0374	-0,0072	0,0014
2017	77,7168	1,8905	-0,1456	0,0212	-0,0031	0,0004
2018	102,1567	2,0093	-0,0268	0,0007	0,0000	0,0000
2019	112,1637	2,0499	0,0138	0,0002	0,0000	0,0000
2020	79,6912	1,9014	-0,1347	0,0181	-0,0024	0,0003
2021	64,9595	1,8126	-0,2234	0,0499	-0,0112	0,0025
2022	91,3000	1,9605	-0,0756	0,0057	-0,0004	0,0000
2023	102,0991	2,0090	-0,0271	0,0007	0,0000	0,0000
2024	102,1204	2,0091	-0,0270	0,0007	0,0000	0,0000
Jumlah	1376,4261	22,3969	0,0000	0,4915	0,1288	0,0712

Sumber : Hasil Analisis

Langkah-langkah yang digunakan dalam mencari parameter statistik menggunakan Persamaan berikut.

1. Nilai rata-rata ($\bar{x}$)

$$\begin{aligned}\bar{y} &= \frac{22,0361}{11} \\ &= 2,0361\end{aligned}$$

1. Standar deviasi (σ)

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{0,7117}{11-1}} \\ &= 0,2216\end{aligned}$$

2. Koefisien variasi (C_v)

$$\begin{aligned}C_v &= \frac{0,4915}{2,0361} \\ &= 0,1088\end{aligned}$$

3. Koefisien kemencengan (C_s)

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{(11 \times 0,4915)}{(11-1) \times (11-2)} \\ &= 0,0600 \\ C_s &= \frac{0,0600}{(0,2216)^3} \\ &= 1,4451\end{aligned}$$

4. Koefisien kurtois (C_k)

$$\begin{aligned}C_k &= \frac{11^2 \times 0,0712}{(11-1) \times (11-2) \times (11-3) \times (0,2216)^4} \\ &= 4,9555\end{aligned}$$

Setelah didapatkan nilai C_s dan C_k , dilanjutkan dengan mencari nilai variabel K_T dari tabel nilai K_T distribusi Log *Pearson* III dengan menggunakan interpolasi. Dari tabel tersebut nilai dari C_s Data diinterpolasikan untuk memperoleh nilai yang representatif dari K_T . Berikut ini adalah Tabel 5.10 sebagai rekap dari nilai K_T .

Table 5. 10 Rekapitulasi Nilai K_t Distribusi Log Pearson III

C_s	Peluang Terjadi						
	50%	20%	10%	5%	4%	2%	1,0%
	Kala Ulang (K_t)						
	2	5	10	20	25	50	100
1,4	-0,2300	0,7100	1,3400	1,9722	2,1300	2,7100	3,2700
1,4451	-0,2345	0,7010	1,3355	1,9755	2,1390	2,7235	3,2971
1,5	-0,2400	0,6900	1,3300	1,9812	2,1500	2,7400	3,3300

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan rekapitulasi nilai table frekuensi K_t untuk periode ulang 2 hingga 100 tahun yang tercantum pada Tabel 5.7, nilai-nilai tersebut kemudian disubstitusikan ke dalam Persamaan 3.13. Perhitungan ini dilakukan dengan mengacu pada parameter yang terdapat dalam tabel nilai K_t untuk distribusi Log Pearson Tipe III. Sebagai ilustrasi, penjabaran perhitungan nilai K_t untuk periode ulang 10 tahun disajikan sebagai berikut.

1. Variabel K_T (10 tahun)

$$C_s = 1,4551$$

$$K_T = 1,3355 \text{ (sumber tabel 5.9 diatas)}$$

2. Log hujan rencana periode ulang 10 tahun ($\log X_{10}$)

$$\bar{Y} = 2,0361 \text{ mm}$$

$$S_Y = 0,2217$$

$$\begin{aligned} Y_{T10} &= 2,0361 + 1,3355 \times 0,2217 \\ &= 2,3322 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{T10} &= 10^{Y_{10}} \\ &= 10^{2,3322} \end{aligned}$$

$$= 214,8609 \text{ mm}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas didapat bahwa rencana periode ulang 10 tahun (X_{10}) sebesar 214,8609 mm. Hasil rekapitulasi dari analisis curah hujan rencana untuk berbagai periode ulang tersebut kemudian disajikan pada Tabel 5.11 berikut.

Table 5. 11 Rekapitulasi Hujan Rencana Kala Ulang 2-100 Tahun

T (Tahun)	$\bar{Y}$	K_T	S_Y	Y_T	X_T (mm)
a	b	c	d	e=b+c.d	10 ^e
2	2,0361	-0,2345	0,2217	1,9841	96,4033
5	2,0361	0,7010	0,2217	2,1915	155,4131
10	2,0361	1,3355	0,2217	2,3322	214,8609
20	2,0361	1,9755	0,2217	2,4741	297,8898
25	2,0361	2,1390	0,2217	2,5103	323,8171
50	2,0361	2,7235	0,2217	2,6399	436,4000
100	2,0361	3,2971	0,2217	2,7670	584,8393

Sumber : Hasil Analisis

5.1.9 Uji Kecocokan Distribusi (*Chi-Square*)

Prosedur analisis uji kecocokan distribusi menggunakan metode *Chi-Square* terdiri dari beberapa tahapan di bawah ini.

1. Data curah hujan kawasan maksimum tahunan diurutkan secara menurun (*descending*). Hasil pengurutan data tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut.

Table 5. 12 Data Curah Hujan Kawasan Metode *Chi-Square*

Tahun ke-n	Tahun	I
1	2015	317,1687
2	2014	257,4441
3	2019	112,1637

Lanjutan Table 5. 12 Data Curah Hujan Kawasan Metode *Chi-Square*

Tahun ke-n	Tahun	I
4	2024	102,1204
5	2018	102,1567
6	2023	102,0991
7	2022	91,3000
8	2020	79,6912
9	2021	64,9595
10	2017	77,7168
11	2016	69,6059

Sumber : Hasil Analisis

2. Jumlah kelas (K) dihitung menggunakan data curah hujan ($n=11$) berdasarkan rumus pada Persamaan 3.16.

$$\begin{aligned}
 K &= 1 + 3,22 \log_{11} \\
 &= 4,3532 \approx 5
 \end{aligned}$$

3. Menentukan kelas distribusi (k_d) untuk menetapkan batas kelas berdasarkan sebaran probabilitas tertentu. Perhitungan ini dilakukan menggunakan Persamaan 3.17.

$$\begin{aligned}
 k_d &= \frac{1}{K} \times 100 \\
 &= \frac{1}{5} \times 100 \\
 &= 20\%
 \end{aligned}$$

4. Menghitung derajat kebebasan (DK) dengan persamaan berikut.

$$DK = K - (\alpha + 1)$$

Menurut Triatmodjo (2008) nilai α digunakan pada uji *chi*-kuadrat yaitu 2.

$$DK = 5 - (2 + 1)$$

$$= 2$$

5. Interval distribusi dihitung dari kelipatan kelas distribusi (20%), menghasilkan seri nilai: 20%, 40%, 60%, dan 80%. Nilai-nilai tersebut kemudian digunakan sebagai dasar untuk menghitung kala ulang dengan rumus di bawah ini.

$$P_i = \frac{1}{T_i}$$

$$T_i = \frac{1}{P_i}$$

$$T_1 = \frac{1}{20\%} = 5 \text{ tahun}$$

$$T_2 = \frac{1}{40\%} = 2,5 \text{ tahun}$$

$$T_3 = \frac{1}{60\%} = 1,667 \text{ tahun}$$

$$T_4 = \frac{1}{80\%} = 1,25 \text{ tahun}$$

Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai batas kelas interval berdasarkan curah hujan rancangan distribusi Log Pearson III menggunakan Persamaan 3.13. Perhitungan ini menggunakan parameter statistik yang sama, namun dengan memvariasikan nilai kala ulangnya. Hasil perhitungan nilai batas interval kelas tersebut disajikan dalam Tabel 5.13 berikut.

Table 5. 13 Nilai Interval Kelas *Chi-Square*

P(x)	T (Tahun)	$\bar{Y}$	K _T	S _Y	Y _T	X _T (mm)
20%	5	2,0361	0,7010	0,2217	2,1915	155,4131
40%	2,5	2,0361	-0,0733	0,2217	2,0198	104,6707
60%	1,67	2,0361	-0,4940	0,2217	1,9266	84,4431
80%	1,25	2,0361	-0,8300	0,2217	1,8521	71,1334

Sumber : Hasil Analisis

6. Mencari nilai O_i , E_i , dan persamaan lainnya untuk mendapatkan nilai dari hasil pengujian *chi-square* dengan menggunakan rumus dari persamaan 3.19. untuk rekapitulasi hasil bisa dilihat pada Tabel 5.14 berikut ini.

Table 5. 14 Rekapitulasi Pengujian *Chi-Square*

No	Probabilitas	O _i	E _i	O _i -E _i	(O _i -E _i) ²	(O _i -E _i) ² /E _i
1	> 155,414	2,0000	2,2000	-0,2000	0,0400	0,0182
2	104,671 - 155,414	1,0000	2,2000	-1,2000	1,4400	0,6545
3	84,444 - 104,671	4,0000	2,2000	1,8000	3,2400	1,4727
4	71,134 - 84,444	3,0000	2,2000	0,8000	0,6400	0,2909
5	< 71,134	1,0000	2,2000	-1,2000	1,4400	0,6545
Jumlah		11,0000	11,0000			
<i>Chi-Square</i> Terhitung						3,0909

Sumber : Hasil Analisis

7. Langkah terakhir adalah memverifikasi hasil perhitungan *Chi-Square*. Berdasarkan Tabel 5.14, diperoleh nilai hitung sebesar 3,0909. Nilai ini dibandingkan dengan *Chi-Square* kritis pada taraf signifikansi 5% (Triatmodjo, 2008) dengan DK=2, yang bernilai . Karena $X^2_{hitung} < X^2_{kritis}$ (3,0909 < 5,9915), maka distribusi data Log *Pearson* III dinyatakan memenuhi syarat.

5.2 Aliran Masuk (*Inflow*) ke kolam retensi

Lokasi tinjauan pada penelitian ini difokuskan pada kolam retensi eksisting yang terletak di Desa Jati Wetan, Kecamatan Jati, Kabupaten Kudus. Berdasarkan data teknis yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana, infrastruktur ini memiliki peran vital dalam adalah pengendalian banjir di daerah cekungan Jati.

Secara fisik, kolam retensi ini memiliki dimensi luas area genangan sebesar 5 Hektar (Ha) atau setara dengan 50000 m². Dengan kedalaman efektif kolam setinggi 3 meter, maka kapasitas tampungan maksimum yang dimiliki kolam retensi ini sebesar 150000 m³.

Untuk mekanisme pengurasan air , kolam retensi dilengkapi dengan fasilitas rumah pompa yang terdiri dari total 5 unit pompa. Sistem mekanikal ini memiliki total kapasitas aliran keluar sebesar 5,5 m³/detik atau 5500 liter/detik. Kapasitas tersebut diperoleh dari kombinasi pengoperasian 3 unit pompa utama dengan debit

masing-masing 1500 liter/detik, serta didukung oleh 2 unit pompa berkapasitas masing-masing 500 liter/detik.

5.2.1 Hidrograf Satuan Sintesis (HSS) Nakayasu

Mengingat keterbatasan ketersediaan data debit terukur pada DAS tersebut, maka analisis debit banjir rencana pada studi ini dilakukan menggunakan pendekatan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu. Metode yang dikembangkan oleh Nakayasu di Jepang ini dipilih karena kemampuannya dalam mengakomodasi karakteristik fisik DAS dan secara empiris dinilai relevan untuk diterapkan pada sungai di Indonesia yang memiliki kemiripan pola hujan dan topografi. Dalam penerapannya, metode ini mentransformasikan parameter geometri Sungai meliputi (L), luas DAS (A), dan parameter morfologi (α) menjadi lengkung hidrograf satuan guna mengestimasi nilai debit puncak (Q_p) dan waktu puncak (T_p)

Tahap perhitungan Hidrograf Satuan sintetis Nakayasu adalah sebagai berikut.

1. Waktu Konsentrasi (t_g)

Untuk L kali Gelis > 15 Km, perhitungan t_g menggunakan Persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} T_g &= 0,4 + 0,058 \cdot L && (\text{Untuk } L > 15 \text{ Km}) \\ T_g &= 0,4 + 0,058 \cdot 54,867 \text{ Km} \\ T_g &= 3,5823 \text{ Jam} \end{aligned}$$

2. Satuan waktu dari curah hujan

$$\begin{aligned} T_r &= 0,5 t_g \text{ sampai } t_g && (\text{dipilih } 0,75 t_g) \\ T_r &= 0,75 \cdot 5,5823 \\ T_r &= 2,6867 \text{ Jam} \end{aligned}$$

3. Waktu dari puncak banjir

$$\begin{aligned} T_p &= t_g + 0,8 \cdot T_r \\ T_p &= 3,5823 + 0,8 \cdot 2,6867 \end{aligned}$$

$$T_p = 5,7317 \text{ Jam}$$

4. Waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak

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

$$T_{0,3} = 2 \cdot 3,5823 \quad (\alpha=2, \text{ untuk daerah pengaliran biasa})$$

$$T_{0,3} = 7,1646 \text{ Jam}$$

5. Debit Puncak Banjir

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

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{175,5684 \cdot 1}{0,3 \cdot 5,7317 + 7,1646} \right)$$

$$Q_p = 5,4895 \text{ m}^3/\text{s}$$

6. *Base Flow*

$$Q_b = 0,05 \cdot A$$

$$Q_b = 0,05 \cdot 175,5684$$

$$Q_b = 8,7784 \text{ m}^3/\text{s}$$

7. Bentuk kurva HSS Nakayasu

- a. Lengkung Naik ($0 < t < T_p$)

$$0 < t < 5,7317$$

- b. Lengkung Turun Tahap 1 ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$)

$$5,7317 < t < 5,7317 + 7,1646$$

$$5,7317 < t < 12,8962$$

- c. Lengkung Turun Tahap 2 ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5 \cdot T_{0,3}$)

$$5,7317 + 7,1646 < t < 5,7317 + 7,1646 + 1,5 \cdot 7,1646$$

$$12,8962 < t < 23,6431$$

- d. Lengkung Turun Tahap 3 ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5 \cdot T_{0,3}$)

$$t > 5,7317 + 7,1646 + 1,5 \cdot 7,1646$$

$$t > 23,6431$$

8. Unit Hidrograf

- a. Pada lengkung naik ($0 < t < 5,7317$)

contoh untuk jam 1 digunakan persamaan berikut

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4}$$

$$Q_t = 5,4895 \left(\frac{1}{5,7317} \right)^{2,4}$$

$$Q_t = 0,0831 \text{ m}^3/\text{s}$$

- b. Pada lengkung turun 1 ($5,7317 < t < 12,8962$)

contoh untuk jam 7 digunakan persamaan berikut

$$Q_t = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p)}{T_{0,3}}}$$

$$Q_t = 5,4895 \cdot 0,3^{\frac{(7-5,7317)}{7,1646}}$$

$$Q_t = 4,4357 \text{ m}^3/\text{s}$$

- c. Pada lengkung Turun 2 ($12,8962 < t < 23,6431$)

contoh untuk jam 14 digunakan persamaan berikut

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

$$Q_t = 5,4895 \cdot 0,3^{\frac{[(14-5,7317)+(0,5 \cdot 7,1646)]}{(1,5 \cdot 7,1646)}}$$

$$Q_t = 1,4553 \text{ m}^3/\text{s}$$

- d. Pada lengkung Turun Tahap 3 ($t > 23,6431$)

contoh untuk jam 25 digunakan persamaan berikut

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

$$Q_t = 5,4895 \cdot 0,3^{\frac{[(25-5,7317)+(1,5 \cdot 7,1646)]}{(2 \cdot 7,1646)}}$$

$$Q_t = 0,4408 \text{ m}^3/\text{s}$$

9. Faktor koreksi HSS

volume air yang seharusnya ada berdasarkan luas DAS dan tinggi hujan satuan (1 mm) pada jam ke-1.

a. Volume Asli

$$V_{\text{asli}} = \frac{0,831+0,4387}{2} \cdot (1 \cdot 3600) - (2 \cdot 3600)$$

$$V_{\text{asli}} = 939,1939 \text{ m}^3$$

b. Jumlah Volume Asli

$$V_{\text{jumlah}} = \sum V_{\text{asli}}$$

$$V_{\text{jumlah}} = 172090,7003 \text{ m}^3$$

c. Kedalaman Hujan

$$KH = \frac{\sum V_{\text{asli}}}{\text{Luas DAS}}$$

$$KH = \frac{172090,7003 \text{ m}^3}{175568400 \text{ m}^2}$$

$$KH = 0,9801 \text{ mm}$$

Kedalaman hujan diperoleh dari pembagian antara volume total dan Luas DAS yang nilainya harus sama dengan 1. Dari perhitungan diperoleh bahwa volume limpasan adalah 172090,7003 m³ sedangkan kedalaman hujan 0,9801. Karena kedalaman tidak sama dengan 1 mm maka dilakukan koreksi dimana $F_k = 1/0,9801 = 1,0202$. Maka seluruh Q_{awal} dikali dengan F_k

d. Hitung Ordinat terkoreksi (contoh Jam ke-1)

$$Q_{\text{terkoreksi}} = Q_{\text{awal}} \cdot F_k$$

$$Q_{\text{terkoreksi}} = 0,0831 \cdot 1,0202$$

$$Q_{\text{terkoreksi}} = 0,0848$$

Rekapitulasi untuk hitungan Hidrograf koreksi Nakayasu dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut.

Table 5. 15 Ordinat Hidrograf koreksi Nakayasu

T(jam)	Q awal (m³/det)	V awal (m³)	Q koreksi (m³/det)	V koreksi (m³)
0	0,0000	149,6001	0,0000	152,6232
1	0,0831	939,1939	0,0848	958,1735
2	0,4387	2878,9996	0,4475	2937,1795
3	1,1608	6256,9072	1,1842	6383,3491
4	2,3153	11287,1702	2,3621	11515,2654
5	3,9554	12438,7259	4,0353	12690,0923
5,7317	5,4895	5186,1140	5,6004	5290,9169
6	5,2474	17429,7455	5,3535	17781,9722
7	4,4357	14733,6345	4,5254	15031,3771
8	3,7496	12454,5699	3,8254	12706,2564
9	3,1696	10528,0413	3,2337	10740,7958
10	2,6793	8899,5167	2,7335	9079,3614
11	2,2649	7522,8996	2,3106	7674,9251
12	1,9145	5745,2512	1,9532	5861,3533
12,8962	1,6468	611,6627	1,6801	624,0234
13	1,6278	5549,5872	1,6607	5661,7353
14	1,4553	4961,4266	1,4847	5061,6890
15	1,3011	4435,6010	1,3273	4525,2372
16	1,1632	3965,5038	1,1867	4045,6401
17	1,0399	3545,2288	1,0609	3616,8720
18	0,9297	3169,4956	0,9485	3233,5460
19	0,8312	2833,5838	0,8479	2890,8459

Lanjutan Table 5. 15 Ordinat Hidrograf koreksi Nakayasu

T(jam)	Q awal (m ³ /det)	V awal (m ³)	Q koreksi (m ³ /det)	V koreksi (m ³)
20	0,7431	2533,2727	0,7581	2584,4661
21	0,6643	2264,7895	0,6777	2310,5572
22	0,5939	2024,7609	0,6059	2065,6780
23	0,5310	1186,5147	0,5417	1210,4922
23,6431	0,4941	625,4252	0,5040	638,0640
24	0,4795	1656,4974	0,4891	1689,9725
25	0,4408	1523,0010	0,4497	1553,7784
26	0,4053	1400,2630	0,4135	1428,5600
27	0,3726	1287,4164	0,3802	1313,4330
28	0,3426	1183,6640	0,3495	1207,5840
29	0,3150	1088,2731	0,3214	1110,2653
30	0,2896	1000,5696	0,2955	1020,7895
31	0,2663	919,9341	0,2716	938,5245
32	0,2448	845,7970	0,2498	862,8892
33	0,2251	777,6346	0,2296	793,3493
34	0,2069	714,9653	0,2111	729,4136
35	0,1903	657,3466	0,1941	670,6305
36	0,1749	604,3713	0,1785	616,5847
37	0,1608	555,6653	0,1641	566,8944
38	0,1479	510,8844	0,1509	521,2086
39	0,1360	469,7125	0,1387	479,2046
40	0,1250	431,8585	0,1275	440,5857
41	0,1149	397,0553	0,1172	405,0791
42	0,1057	365,0567	0,1078	372,4339

Lanjutan Table 5. 15 Ordinat Hidrograf koreksi Nakayasu

T(jam)	Q awal (m ³ /det)	V awal (m ³)	Q koreksi (m ³ /det)	V koreksi (m ³)
43	0,0971	335,6370	0,0991	342,4196
44	0,0893	308,5881	0,0911	314,8242
45	0,0821	283,7191	0,0838	289,4526
46	0,0755	260,8543	0,0770	266,1258
47	0,0694	239,8322	0,0708	244,6788
48	0,0638	114,8812	0,0651	117,2028
Jumlah (m3)		172090,7003		175568,3722
kedalaman hujan (mm)		0,980191923		1,0000

Sumber : Hasil Analisis

5.2.2 Hytograph Hujan metode Tadashi Tanimoto

Penerapan metode Tadashi Tanimoto dilakukan dengan menetapkan durasi distribusi hujan pulau Jawa selama 8 jam. Berikut ini adalah tahapan Tadashi Tanimoto untuk interval waktu $t = 1$ jam dengan periode ulang 10 tahun.

1. Intensitas hujan

$$I_{10} = 214,8609 \text{ mm}$$

2. Perhitungan curah hujan (P)

Perhitungan menggunakan Persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 P &= I_{10} \cdot 26 \% \\
 &= 214,8609 \cdot 26 \% \\
 &= 55,8638 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan masing-masing tahun dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut.

Table 5. 16 Hasil Perhitungan Hujan Jam-jaman metode Tadashi Tanimoto

Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8
%Distribusi	26	24	17	13	7	5,5	4	3,5
%Kumulatif	26	50	67	80	87	92,5	96,5	100
kedalaman kumulatif	55,86	51,56	36,52	27,93	15,04	11,81	8,59	7,52

Sumber : Hasil Analisis

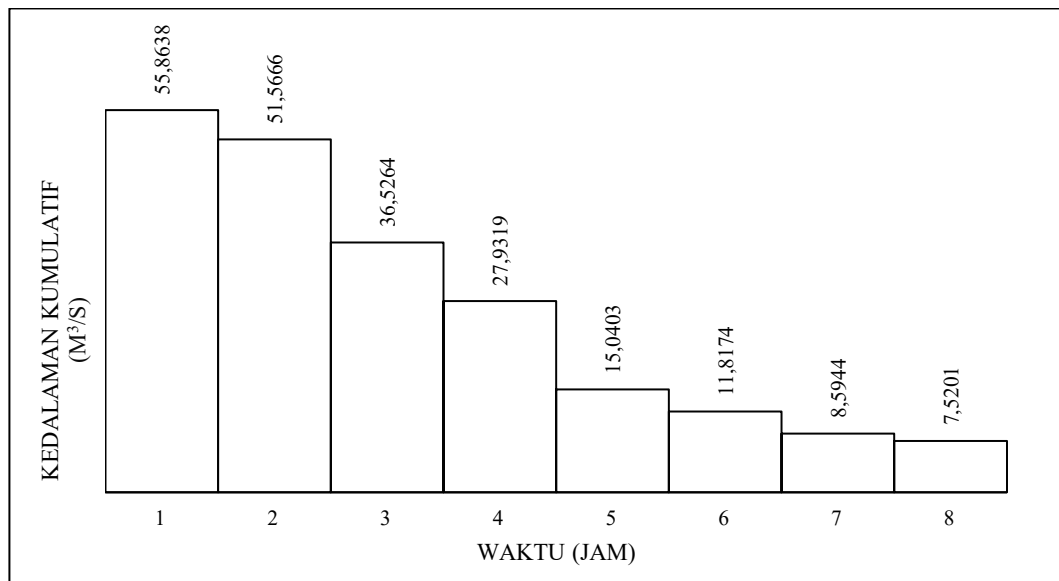
Sebelum dibuat grafik *Hyetograph*, curah hujan perlu dikurangi dengan Phi Indeks yang digunakan sebagai penurunan hujan efektif karena infiltrasi. Adapun perhitungan *Phi-Indeks* (Sri Harto,1993) menggunakan Luas DAS (Km²) dan SN (Frekuensi Sumber).

$$\phi = 10,4903 - 3,8590 \cdot 10^{-6} \cdot A^2 + 1,6985 \cdot 10^{-13} \left(\frac{A}{SN} \right)^4$$

$$\phi = 10,4903 - 3,8590 \cdot 10^{-6} \cdot (175,5684)^2 + 1,6985 \cdot 10^{-13} \left(\frac{175,5684}{0,8} \right)^4$$

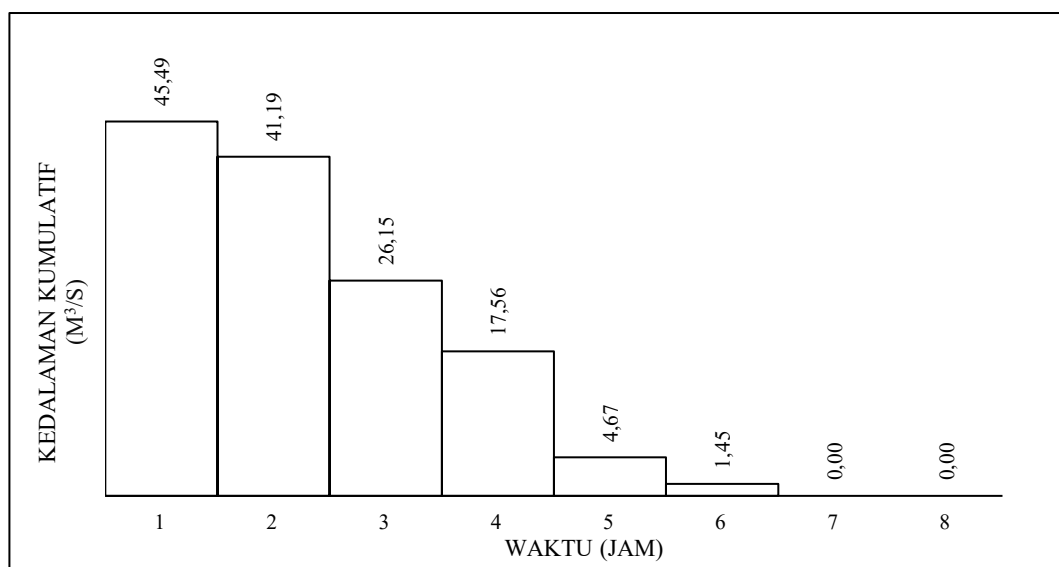
$$\phi = 10,3717$$

Grafik Kedalaman Kumulatif dengan waktu sebelum dan sesudah dikurangi dengan Phi-Index dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 Berikut



Gambar 5. 3 Kedalaman Kumulatif dengan Waktu Sebelum Dikurangi dengan *Phi-Index*

Sumber : Hasil Analisis



Gambar 5. 4 Kedalaman Kumulatif dengan Waktu Sesudah Dikurangi dengan *Phi-Index*

Sumber : Hasil Analisis

5.2.3 Hujan Efektif

Adapun hasil pengurangan kedalaman kumulatif terhadap waktu oleh nilai *Phi-Index*, yang disebut sebagai hujan efektif, dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut.

Table 5. 17 Hujan Efektif

Jam ke-	1	2	3	4	5	6	7	8
Kedalaman Kumulatif	55,86	51,57	36,53	27,93	15,04	11,82	8,59	7,52
Hujan Efektif	45,49	41,19	26,15	17,56	4,67	1,45	0,00	0,00

Sumber : Hasil Analisis

5.2.4 Hidrografi Debit Banjir Rancangan Metode Nakayasu

1. Analisis Limpasan Langsung HSS Nakayasu

Untuk mengestimasi besaran limpasan langsung, digunakan pendekatan HSS Nakayasu dengan input berupa hujan efektif dari metode Tadashi Tanimoto. Adapun formulasi perhitungan yang diterapkan pada periode ulang 10 tahun adalah sebagai berikut.

$$a. Q_0 = P_1 HSS_1 + Q_b$$

$$= 45,4921 \cdot 0 + 8,7784$$

$$= 8,7784 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b. Q_1 = P_1 HSS_2 + P_2 HSS_1 + Q_b$$

$$= 45,4921 \cdot 0,0848 + 41,1949 \cdot 0 + 8,7784$$

$$= 12,6357 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$c. Q_2 = P_1 HSS_2 + P_2 HSS_1 + P_3 HSS_1 + Q_b$$

$$= 45,4921 \cdot 0,4475 + 41,1949 \cdot 0,0848 + 26,1546 \cdot 0 + 8,7784$$

$$= 32,6303 \text{ m}^3/\text{s}$$

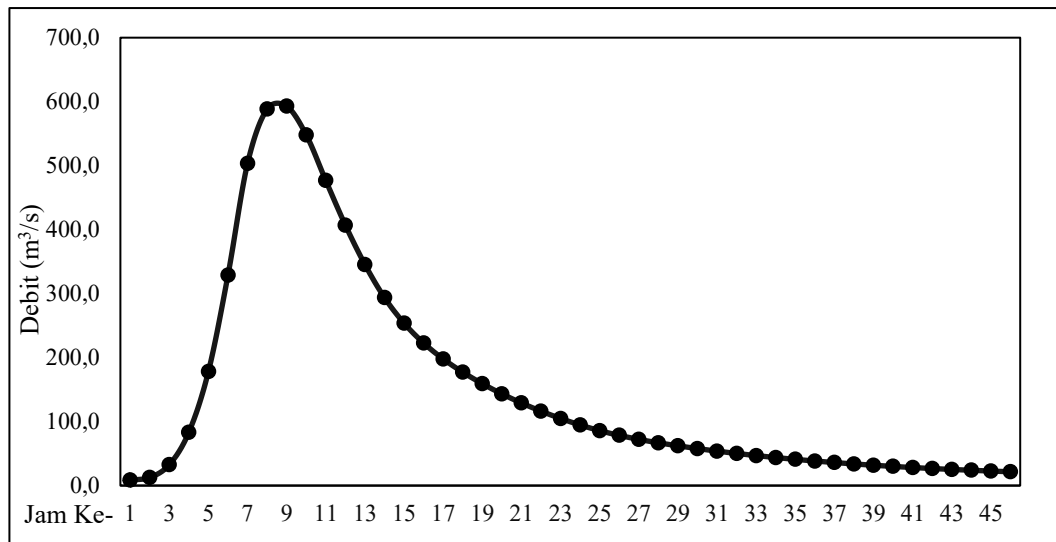
$$d. Q_3 = P_1 HSS_3 + P_2 SHH_2 + P_3 HSS_1 + Q_b$$

$$= 45,4921 \cdot 1,1842 + 41,1949 \cdot 0,4475 + 26,1546 \cdot 0,0848 +$$

$$8,7784$$

$$= 83,3045 \text{ m}^3/\text{s}$$

Berikut contoh grafik HSS Nakayasu kala ulang 10 Tahun dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut.



Gambar 5. 5 HSS Nakayasu kala ulang 10 Tahun

Sumber : Hasil Analisis

2. Debit maksimum

Nilai debit aliran disimulasikan setiap jam menggunakan koefisien bentuk HSS Nakayasu untuk menentukan kapasitas debit maksimum yang terjadi. Berikut adalah rekapitulasi debit maksimum setiap kala ulang. Rekapitulasi dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut.

Table 5. 18 Rekapitulasi Banjir Rancangan pada setiap Kala Ulang

Kala Ulang (T)	Banjir Rancangan (m³/det)
2	364,4221
5	587,4896
10	592,8440
25	1506,7496
50	1190,9666
100	1596,0680

Sumber : Hasil Analisis

3. Rancangan Kala ulang

Mengacu pada Permen PU No. 12/PRT/M/2014, Kabupaten Kudus diklasifikasikan sebagai Kota Besar dengan luas daerah tangkapan air tinjauan sebesar 175,5684 km² (>500 Ha). Berdasarkan kriteria tersebut, perencanaan ini menetapkan kala ulang 10 tahun (Q_{10}). Rekapitulasi hidrograf debit banjir rancangan dengan kala ulang 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 5.19 berikut

Table 5. 19 Hidrograf Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 10 Tahun

T	Ordinat	Hujan Jam - Jaman (mm)								Base Flow	Q
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈		
	m ³ /det/mm	45,4921	41,1949	26,1546	17,5602	4,6685	1,4456	0,0000	0,0000	m ³ /det	m ³ /det
0	0,0000									8,7784	8,7784
1	0,0848	3,8573								8,7784	12,6357
2	0,4475	20,3590	3,4929							8,7784	32,6303
3	1,1842	53,8735	18,4359	2,2177						8,7784	83,3054
4	2,3621	107,4554	48,7846	11,7049	1,4889					8,7784	178,2122
5	4,0353	183,5744	97,3050	30,9733	7,8587	0,3958				8,7784	328,8857
6	5,3535	243,5414	166,2338	61,7789	20,7954	2,0893	0,1226			8,7784	503,3399
7	4,5254	205,8693	220,5363	105,5418	41,4783	5,5286	0,6469	0,0000		8,7784	588,3797
8	3,8254	174,0245	186,4227	140,0184	70,8606	11,0274	1,7119	0,0000	0,0000	8,7784	592,8440
9	3,2337	147,1056	157,5860	118,3597	94,0082	18,8389	3,4146	0,0000	0,0000	8,7784	548,0915
10	2,7335	124,3507	133,2099	100,0513	79,4666	24,9929	5,8335	0,0000	0,0000	8,7784	476,6833
11	2,3106	105,1156	112,6044	84,5749	67,1743	21,1269	7,7390	0,0000	0,0000	8,7784	407,1136
12	1,9532	88,8558	95,1863	71,4925	56,7835	17,8589	6,5419	0,0000	0,0000	8,7784	345,4973
13	1,6607	75,5491	80,4624	60,4337	48,0000	15,0964	5,5300	0,0000	0,0000	8,7784	293,8500
14	1,4847	67,5422	68,4126	51,0856	40,5751	12,7612	4,6746	0,0000	0,0000	8,7784	253,8297
15	1,3273	60,3839	61,1621	43,4352	34,2988	10,7872	3,9515	0,0000	0,0000	8,7784	222,7971

Lanjutan Tabel 5. 19 Hidrograf Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 10 Tahun

T	Ordinat	Hujan Jam - Jaman (mm)								Base Flow	Q
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈		
	m ³ /det/mm	45,4921	41,1949	26,1546	17,5602	4,6685	1,4456	0,0000	0,0000	m ³ /det	m ³ /det
16	1,1867	53,9842	54,6800	38,8318	29,1623	9,1186	3,3403	0,0000	0,0000	8,7784	197,8956
17	1,0609	48,2628	48,8848	34,7163	26,0716	7,7530	2,8236	0,0000	0,0000	8,7784	177,2906
18	0,9485	43,1478	43,7039	31,0370	23,3085	6,9314	2,4007	0,0000	0,0000	8,7784	159,3076
19	0,8479	38,5749	39,0720	27,7476	20,8382	6,1968	2,1463	0,0000	0,0000	8,7784	143,3541
20	0,7581	34,4866	34,9311	24,8068	18,6297	5,5400	1,9188	0,0000	0,0000	8,7784	129,0914
21	0,6777	30,8316	31,2290	22,1777	16,6553	4,9529	1,7155	0,0000	0,0000	8,7784	116,3403
22	0,6059	27,5640	27,9192	19,8273	14,8901	4,4279	1,5337	0,0000	0,0000	8,7784	104,9406
23	0,5417	24,6427	24,9603	17,7259	13,3120	3,9587	1,3711	0,0000	0,0000	8,7784	94,7491
24	0,4891	22,2523	22,3149	15,8473	11,9012	3,5391	1,2258	0,0000	0,0000	8,7784	85,8590
25	0,4497	20,4590	20,1503	14,1677	10,6398	3,1640	1,0959	0,0000	0,0000	8,7784	78,4553
26	0,4135	18,8102	18,5264	12,7934	9,5122	2,8287	0,9797	0,0000	0,0000	8,7784	72,2292
27	0,3802	17,2943	17,0334	11,7624	8,5895	2,5289	0,8759	0,0000	0,0000	8,7784	66,8629
28	0,3495	15,9006	15,6607	10,8145	7,8973	2,2836	0,7831	0,0000	0,0000	8,7784	62,1181
29	0,3214	14,6192	14,3986	9,9430	7,2608	2,0996	0,7071	0,0000	0,0000	8,7784	57,8067
30	0,2955	13,4410	13,2382	9,1417	6,6757	1,9304	0,6501	0,0000	0,0000	8,7784	53,8555
31	0,2716	12,3578	12,1714	8,4049	6,1377	1,7748	0,5977	0,0000	0,0000	8,7784	50,2228

Lanjutan Tabel 5. 19 Hidrograf Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 10 Tahun

T	Ordinat	Hujan Jam - Jaman (mm)								Base Flow	Q
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈		
	m ³ /det/mm	45,4921	41,1949	26,1546	17,5602	4,6685	1,4456	0,0000	0,0000	m ³ /det	m ³ /det
32	0,2498	11,3619	11,1905	7,7276	5,6431	1,6318	0,5496	0,0000	0,0000	8,7784	46,8828
33	0,2296	10,4462	10,2886	7,1048	5,1883	1,5003	0,5053	0,0000	0,0000	8,7784	43,8120
34	0,2111	9,6044	9,4595	6,5323	4,7702	1,3794	0,4646	0,0000	0,0000	8,7784	40,9886
35	0,1941	8,8304	8,6971	6,0058	4,3857	1,2682	0,4271	0,0000	0,0000	8,7784	38,3928
36	0,1785	8,1187	7,9962	5,5218	4,0323	1,1660	0,3927	0,0000	0,0000	8,7784	36,0062
37	0,1641	7,4644	7,3518	5,0768	3,7073	1,0720	0,3610	0,0000	0,0000	8,7784	33,8119
38	0,1509	6,8629	6,7594	4,6677	3,4086	0,9856	0,3320	0,0000	0,0000	8,7784	31,7945
39	0,1387	6,3098	6,2146	4,2915	3,1339	0,9062	0,3052	0,0000	0,0000	8,7784	29,9396
40	0,1275	5,8013	5,7138	3,9457	2,8813	0,8332	0,2806	0,0000	0,0000	8,7784	28,2343
41	0,1172	5,3338	5,2533	3,6277	2,6491	0,7660	0,2580	0,0000	0,0000	8,7784	26,6663
42	0,1078	4,9039	4,8300	3,3353	2,4356	0,7043	0,2372	0,0000	0,0000	8,7784	25,2247
43	0,0991	4,5087	4,4407	3,0665	2,2393	0,6475	0,2181	0,0000	0,0000	8,7784	23,8993
44	0,0911	4,1454	4,0828	2,8194	2,0589	0,5953	0,2005	0,0000	0,0000	8,7784	22,6807
45	0,0838	3,8113	3,7538	2,5922	1,8929	0,5474	0,1843	0,0000	0,0000	8,7784	21,5604
46	0,0770	3,5041	3,4513	2,3833	1,7404	0,5033	0,1695	0,0000	0,0000	8,7784	20,5303
47	0,0708	3,2218	3,1731	2,1912	1,6001	0,4627	0,1558	0,0000	0,0000	8,7784	19,5832
48	0,0651	2,9621	2,9174	2,0146	1,4712	0,4254	0,1433	0,0000	0,0000	8,7784	18,7124

Sumber : Hasil Analisis

5.3 Analisis Kolam Retensi Eksisting

Sebagai infrastruktur utama pengendali banjir di wilayah studi, kolam retensi eksisting tercatat memiliki luas permukaan genangan sebesar 5 Hektar dengan kedalaman efektif operasional setinggi 3 m sehingga volume tampungan ($V_{\text{kapasitas}}$) sebesar 150000 m^3 . Untuk mekanisme pengurasan air, kolam ini dilengkapi dengan sistem mekanikal berupa 5 unit pompa banjir. Konfigurasi pompa tersebut terdiri dari 3 unit pompa berkapasitas besar $3 \times 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ dan 2 unit pompa berkapasitas kecil $2 \times 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, sehingga total kapasitas pemompaan yang tersedia saat ini adalah sebesar $5,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Maka Langkah perhitungan dapat dihitung sebagai contoh berikut.

1. Menghitung besarnya volume aliran masuk (V_{in}) eksisting

$$\begin{aligned} V_{\text{in } 0} &= I_0 \cdot \Delta t \\ &= 8,7784 \cdot 0 \\ &= 0 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{in } 1} &= \frac{I_1 + I_0}{2} \cdot \Delta t \\ &= \frac{12,6357 + 8,7784}{2} \cdot 3600 \\ &= 38545,4584 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{in } 2} &= \frac{I_2 + I_1}{2} \cdot \Delta t \\ &= \frac{12,6357 + 32,6303}{2} \cdot 3600 \\ &= 81478,9270 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{in } 3} &= \frac{I_3 + I_2}{2} \cdot \Delta t \\ &= \frac{32,6303 + 83,3054}{2} \cdot 3600 \\ &= 208684,4132 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Menghitung besarnya volume aliran keluar (V_{out}) eksisting

$$V_{\text{out } 0} = Q_{\text{out } 0} \cdot \Delta t$$

$$= 0 \cdot 0$$

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

$$V_{\text{out } 1} = \frac{O_1 + O_0}{2} \cdot \Delta t$$

$$= \frac{5,5 + 5,5}{2} \cdot 3600$$

$$= 19800 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$V_{\text{out } 2} = \frac{O_2 + O_1}{2} \cdot \Delta t$$

$$= \frac{5,5 + 5,5}{2} \cdot 3600$$

$$= 19800 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$V_{\text{out } 3} = \frac{O_3 + O_2}{2} \cdot \Delta t$$

$$= \frac{5,5 + 5,5}{2} \cdot 3600$$

$$= 19800 \text{ m}^3/\text{detik}$$

3. Kapasitas tampungan (S_{Hitung})

$$S_0 = V_{\text{in } 0} - V_{\text{out } 0}$$

$$= 0 - 0$$

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

$$S_1 = S_0 + V_{\text{in } 1} - V_{\text{out } 1}$$

$$= 0 + 38545,4584 - 9900$$

$$= 28645,4584 \text{ m}^3$$

$$S_2 = S_1 + V_{\text{in } 2} - V_{\text{out } 2}$$

$$= 28645,4584 + 81478,9270 - 19800$$

$$= 90324,3853 \text{ m}^3$$

$$S_3 = S_2 + V_{\text{in } 3} - V_{\text{out } 3}$$

$$= 90324,3853 + 208684,4132 - 19800$$

$$= 279208,7985 \text{ m}^3$$

4. Menghitung Elevasi Air (H)

$$\begin{aligned} H_0 &= \frac{S_0}{Luas Area} \\ &= \frac{0}{50000} \\ &= 0 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_1 &= \frac{S_1}{Luas Area} \\ &= \frac{28645,4584}{50000} \\ &= 0,5729 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_2 &= \frac{S_2}{Luas Area} \\ &= \frac{90324,3853}{50000} \\ &= 1,8065 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_3 &= \frac{S_3}{Luas Area} \\ &= \frac{181701,0208}{50000} \\ &= 3,0 \text{ m} \end{aligned}$$

5. Limpasan

$$\begin{aligned} \text{Limpasan jam ke-4} &= \text{volume tampungan} - \text{volume tampungan terjadi} \\ &= 279208,7985 - 150000 \\ &= 129208,7985 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Terjadi limpasan signifikan pada jam ke-3 karena limpasan air melonjak hingga 129208,7985 m³, melewati ambang batas dinding kolam setinggi 3 m.

6. Perbandingan dengan kapasitas kolam retensi eksisting

$$S_{\text{kapasitas}} > S_{\text{perhitungan maksimum}}$$

$$150000 < 279208,7985 \text{ (terjadi limpasan)}$$

Rekapitulasi perhitungan volume tampungan dan limpasan terhadap elevasi pada kolam retensi eksisting dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut

Table 5. 20 Kapasitas dan Limpasan pada Kolam Retensi Eksisting

t	Δt	Inflow	Outflow	Inflow x Δt	Outflow x Δt	Volume Tampungan (S)	Volume Tampungan Terjadi	Limpasan	Elevasi (H)	Status
(jam)	(detik)	(m³/ det)	(m³/ det)	(m³/ det)	(m³/ det)	(m³)	(m³)	(m³)	(m)	
0	0	8,7784	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0,0000	Aman
1	3600	12,6357	5,5	38545,4584	9900,0000	28645,4584	28645,4584	0,0000	0,5729	Aman
2	3600	32,6303	5,5	81478,9270	19800,0000	90324,3853	90324,3853	0,0000	1,8065	Aman
3	3600	83,3054	5,5	208684,4132	19800,0000	279208,7985	150000,0000	129208,7985	3,0000	Limpasan
4	3600	178,2122	5,5	470731,7635	19800,0000	600931,7635	150000,0000	450931,7635	3,0000	Limpasan
5	3600	328,8857	5,5	912776,2251	19800,0000	1042976,2251	150000,0000	892976,2251	3,0000	Limpasan
6	3600	503,3399	5,5	1498006,0296	19800,0000	1628206,0296	150000,0000	1478206,0296	3,0000	Limpasan
7	3600	588,3797	5,5	1965095,2443	19800,0000	2095295,2443	150000,0000	1945295,2443	3,0000	Limpasan
8	3600	592,8440	5,5	2126202,7128	19800,0000	2256402,7128	150000,0000	2106402,7128	3,0000	Limpasan
9	3600	548,0915	5,5	2053683,9930	19800,0000	2183883,9930	150000,0000	2033883,9930	3,0000	Limpasan
10	3600	476,6833	5,5	1844594,6004	19800,0000	1974794,6004	150000,0000	1824794,6004	3,0000	Limpasan
11	3600	407,1136	5,5	1590834,2641	19800,0000	1721034,2641	150000,0000	1571034,2641	3,0000	Limpasan
12	3600	345,4973	5,5	1354699,5484	19800,0000	1484899,5484	150000,0000	1334899,5484	3,0000	Limpasan
13	3600	293,8500	5,5	1150825,1113	19800,0000	1281025,1113	150000,0000	1131025,1113	3,0000	Limpasan
14	3600	253,8297	5,5	985823,4670	19800,0000	1116023,4670	150000,0000	966023,4670	3,0000	Limpasan
15	3600	222,7971	5,5	857928,2067	19800,0000	988128,2067	150000,0000	838128,2067	3,0000	Limpasan
16	3600	197,8956	5,5	757246,7679	19800,0000	887446,7679	150000,0000	737446,7679	3,0000	Limpasan
17	3600	177,2906	5,5	675335,1218	19800,0000	805535,1218	150000,0000	655535,1218	3,0000	Limpasan

Lanjutan Tabel 5. 20 Kapasitas dan Limpasan pada Kolam Retensi Eksisting

t	Δt	<i>Inflow</i>	<i>Outflow</i>	<i>Inflow</i> x Δt	<i>Outflow</i> x Δt	Volume Tampungan (S)	Volume Tampungan Terjadi	Limpasan	Elevasi (H)	Status
(jam)	(detik)	(m³/ det)	(m³/ det)	(m³/ det)	(m³/ det)	(m³)	(m³)	(m³)	(m)	
18	3600	159,3076	5,5	605876,7651	19800,0000	736076,7651	150000,0000	586076,7651	3,0000	Limpasan
19	3600	143,3541	5,5	544791,0977	19800,0000	674991,0977	150000,0000	524991,0977	3,0000	Limpasan
20	3600	129,0914	5,5	490401,9358	19800,0000	620601,9358	150000,0000	470601,9358	3,0000	Limpasan
21	3600	116,3403	5,5	441777,0872	19800,0000	571977,0872	150000,0000	421977,0872	3,0000	Limpasan
22	3600	104,9406	5,5	398305,6340	19800,0000	528505,6340	150000,0000	378505,6340	3,0000	Limpasan
23	3600	94,7491	5,5	359441,4051	19800,0000	489641,4051	150000,0000	339641,4051	3,0000	Limpasan
24	3600	85,8590	5,5	325094,5110	19800,0000	455294,5110	150000,0000	305294,5110	3,0000	Limpasan
25	3600	78,4553	5,5	295765,6619	19800,0000	425965,6619	150000,0000	275965,6619	3,0000	Limpasan
26	3600	72,2292	5,5	271231,9784	19800,0000	401431,9784	150000,0000	251431,9784	3,0000	Limpasan
27	3600	66,8629	5,5	250365,6921	19800,0000	380565,6921	150000,0000	230565,6921	3,0000	Limpasan
28	3600	62,1181	5,5	232165,8293	19800,0000	362365,8293	150000,0000	212365,8293	3,0000	Limpasan
29	3600	57,8067	5,5	215864,6256	19800,0000	346064,6256	150000,0000	196064,6256	3,0000	Limpasan
30	3600	53,8555	5,5	200991,8704	19800,0000	331191,8704	150000,0000	181191,8704	3,0000	Limpasan
31	3600	50,2228	5,5	187340,8369	19800,0000	317540,8369	150000,0000	167540,8369	3,0000	Limpasan
32	3600	46,8828	5,5	174789,9344	19800,0000	304989,9344	150000,0000	154989,9344	3,0000	Limpasan
33	3600	43,8120	5,5	163250,5038	19800,0000	293450,5038	150000,0000	143450,5038	3,0000	Limpasan
34	3600	40,9886	5,5	152641,0311	19800,0000	282841,0311	150000,0000	132841,0311	3,0000	Limpasan
35	3600	38,3928	5,5	142886,5713	19800,0000	273086,5713	150000,0000	123086,5713	3,0000	Limpasan
36	3600	36,0062	5,5	133918,2194	19800,0000	264118,2194	150000,0000	114118,2194	3,0000	Limpasan

Sumber : Hasil Analisis

Lanjutan Tabel 5. 20 Kapasitas dan Limpasan pada Kolam Retensi Eksisting

t	Δt	<i>Inflow</i>	<i>Outflow</i>	<i>Inflow</i> x Δt	<i>Outflow</i> x Δt	Volume Tampungan (S)	Volume Tampungan Terjadi	Limpasan	Elevasi (H)	Status
(jam)	(detik)	(m³/ det)	(m³/det)	(m³/ det)	(m³/ det)	(m³)	(m³)	(m³)	(m)	
37	3600	33,8119	5,5	125672,6231	19800,0000	255872,6231	150000,0000	105872,6231	3,0000	Limpasan
38	3600	31,7945	5,5	118091,5360	19800,0000	248291,5360	150000,0000	98291,5360	3,0000	Limpasan
39	3600	29,9396	5,5	111121,4055	19800,0000	241321,4055	150000,0000	91321,4055	3,0000	Limpasan
40	3600	28,2343	5,5	104712,9948	19800,0000	234912,9948	150000,0000	84912,9948	3,0000	Limpasan
41	3600	26,6663	5,5	98821,0353	19800,0000	229021,0353	150000,0000	79021,0353	3,0000	Limpasan
42	3600	25,2247	5,5	93403,9063	19800,0000	223603,9063	150000,0000	73603,9063	3,0000	Limpasan
43	3600	23,8993	5,5	88423,3415	19800,0000	218623,3415	150000,0000	68623,3415	3,0000	Limpasan
44	3600	22,6807	5,5	83844,1582	19800,0000	214044,1582	150000,0000	64044,1582	3,0000	Limpasan
45	3600	21,5604	5,5	79634,0095	19800,0000	209834,0095	150000,0000	59834,0095	3,0000	Limpasan
46	3600	20,5303	5,5	75763,1548	19800,0000	205963,1548	150000,0000	55963,1548	3,0000	Limpasan
47	3600	19,5832	5,5	72204,2507	19800,0000	202404,2507	150000,0000	52404,2507	3,0000	Limpasan
48	3600	18,7124	5,5	68932,1571	19800,0000	199132,1571	150000,0000	49132,1571	3,0000	Limpasan

Sumber : Hasil Analisis

5.4 Analisis Kolam Retensi yang Diusulkan

Analisis kolam retensi yang diusulkan dikarenakan oleh evaluasi kinerja kolam retensi menunjukkan adanya defisit kapasitas tampungan yang menyebabkan limpasan sebesar 129208,7985 m³ pada jam ke-3. Untuk memenuhi kebutuhan debit pompa ditambah dengan total 250 m³/detik, direncanakan sistem pompanisasi dengan konfigurasi kombinasi. Sistem ini terdiri dari 5 unit pompa utama banjir berkapasitas masing-masing 50 m³/detik, penambahan kedalaman menjadi 10 m, dan memperlebar luas area menjadi 700000 m².

1. Menghitung besarnya volume aliran keluar (V_{out}) evaluasi

$$\begin{aligned} V_{out\ 0} &= Q_{out\ 0} \cdot \Delta t \\ &= 0 \cdot 0 \\ &= 0 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

2. Kapasitas tampungan (S_{Hitung}) evaluasi

$$\begin{aligned} S_0 &= V_{in\ 0} - V_{out\ 0} \\ &= 0 - 0 \\ &= 0 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_4 &= S_3 + V_{in\ 4} - V_{out\ 4} \\ &= 0 + 470731,7635 - 450000 \\ &= 20731,7635 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_5 &= S_4 + V_{in\ 5} - V_{out\ 5} \\ &= 20731,7635 + 912776,2251 - 900000 \\ &= 33507,9886 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_6 &= S_5 + V_{in\ 6} - V_{out\ 6} \\ &= 33507,9886 + 148006,0296 - 900000 \\ &= 631514,0182 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Menghitung Elevasi Air (H)

$$\begin{aligned}
 H_0 &= \frac{S_0}{Luas Area} \\
 &= \frac{0}{700000} \\
 &= 0 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_4 &= \frac{S_4}{Luas Area} \\
 &= \frac{20731,7635}{700000} \\
 &= 0,0296 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_5 &= \frac{S_5}{Luas Area} \\
 &= \frac{33057,9886}{700000} \\
 &= 0,0479 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_6 &= \frac{S_6}{Luas Area} \\
 &= \frac{631514,0182}{700000} \\
 &= 0,9022 \text{ m}
 \end{aligned}$$

4. Limpasan

$$\begin{aligned}
 \text{Limpasan jam ke-4} &= \text{volume tampungan} - \text{volume tampungan terjadi} \\
 &= 20731,7635 - 20731,7635 \\
 &= 0 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

5. Perbandingan evaluasi dengan kapasitas kolam retensi eksisting pada jam 14 (waktu puncak)

$$S_{\text{kapasitas}} > S_{\text{perhitungan}}$$

$$7000000 > 6503272,9594 \text{ (tidak terjadi limpasan)}$$

Table 5. 21 Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas dan Limpasan

t	Δt	Inflow	Outflow	Inflow x Δt	Outflow x Δt	Volume Tampungan (S)	volume tampungan terjadi	limpasan	Elevasi (H)	status
(jam)	(detik)	(m ³ / det)	(m ³ / det)	(m ³ / det)	(m ³ / det)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m)	
0	0	8,7784	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman
1	3600	12,6357	0	38545,4584	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman
2	3600	32,6303	0	81478,9270	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman
3	3600	83,3054	0	208684,4132	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman
4	3600	178,2122	250	470731,7635	450000,0000	20731,7635	20731,7635	0,0000	0,0296	Aman
5	3600	328,8857	250	912776,2251	900000,0000	33507,9886	33507,9886	0,0000	0,0479	Aman
6	3600	503,3399	250	1498006,0296	900000,0000	631514,0182	631514,0182	0,0000	0,9022	Aman
7	3600	588,3797	250	1965095,2443	900000,0000	1696609,2625	1696609,2625	0,0000	2,4237	Aman
8	3600	592,8440	250	2126202,7128	900000,0000	2922811,9753	2922811,9753	0,0000	4,1754	Aman
9	3600	548,0915	250	2053683,9930	900000,0000	4076495,9683	4076495,9683	0,0000	5,8236	Aman
10	3600	476,6833	250	1844594,6004	900000,0000	5021090,5687	5021090,5687	0,0000	7,1730	Aman
11	3600	407,1136	250	1590834,2641	900000,0000	5711924,8328	5711924,8328	0,0000	8,1599	Aman
12	3600	345,4973	250	1354699,5484	900000,0000	6166624,3812	6166624,3812	0,0000	8,8095	Aman
13	3600	293,8500	250	1150825,1113	900000,0000	6417449,4925	6417449,4925	0,0000	9,1678	Aman
14	3600	253,8297	250	985823,4670	900000,0000	6503272,9594	6503272,9594	0,0000	9,2904	Aman
15	3600	222,7971	250	857928,2067	900000,0000	6461201,1661	6461201,1661	0,0000	9,2303	Aman
16	3600	197,8956	250	757246,7679	900000,0000	6318447,9340	6318447,9340	0,0000	9,0264	Aman
17	3600	177,2906	250	675335,1218	900000,0000	6093783,0558	6093783,0558	0,0000	8,7054	Aman

Lanjutan Tabel 5. 21 Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas dan Limpasan

t	Δt	Inflow	Outflow	Inflow x Δt	Outflow x Δt	Volume Tampungan (S)	volume tampungan terjadi	limpasan	Elevasi (H)	status
(jam)	(detik)	(m ³ / det)	(m ³ / det)	(m ³ / det)	(m ³ / det)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m)	
18	3600	159,3076	250	605876,7651	900000,0000	5799659,8209	5799659,8209	0,0000	8,2852	Aman
19	3600	143,3541	250	544791,0977	900000,0000	5444450,9186	5444450,9186	0,0000	7,7778	Aman
20	3600	129,0914	250	490401,9358	900000,0000	5034852,8544	5034852,8544	0,0000	7,1926	Aman
21	3600	116,3403	250	441777,0872	900000,0000	4576629,9416	4576629,9416	0,0000	6,5380	Aman
22	3600	104,9406	250	398305,6340	900000,0000	4074935,5756	4074935,5756	0,0000	5,8213	Aman
23	3600	94,7491	250	359441,4051	900000,0000	3534376,9807	3534376,9807	0,0000	5,0491	Aman
24	3600	85,8590	250	325094,5110	900000,0000	2959471,4917	2959471,4917	0,0000	4,2278	Aman
25	3600	78,4553	250	295765,6619	900000,0000	2355237,1536	2355237,1536	0,0000	3,3646	Aman
26	3600	72,2292	250	271231,9784	900000,0000	1726469,1320	1726469,1320	0,0000	2,4664	Aman
27	3600	66,8629	250	250365,6921	900000,0000	1076834,8241	1076834,8241	0,0000	1,5383	Aman
28	3600	62,1181	100	232165,8293	630000,0000	679000,6533	679000,6533	0,0000	0,9700	Aman
29	3600	57,8067	100	215864,6256	360000,0000	534865,2790	534865,2790	0,0000	0,7641	Aman
30	3600	53,8555	100	200991,8704	360000,0000	375857,1494	375857,1494	0,0000	0,5369	Aman
31	3600	50,2228	100	187340,8369	360000,0000	203197,9863	203197,9863	0,0000	0,2903	Aman
32	3600	46,8828	100	174789,9344	360000,0000	17987,9206	17987,9206	0,0000	0,0257	Aman
33	3600	43,8120	100	163250,5038	360000,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman
34	3600	40,9886	100	152641,0311	360000,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman
35	3600	38,3928	100	142886,5713	360000,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman
36	3600	36,0062	100	133918,2194	360000,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman

Lanjutan Tabel 5. 21 Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas dan Limpasan

t	Δt	Inflow	Outflow	Inflow x Δt	Outflow x Δt	Volume Tampungan (S)	volume tampungan terjadi	limpasan	Elevasi (H)	status
(jam)	(detik)	(m ³ / det)	(m ³ / det)	(m ³ / det)	(m ³ / det)	(m3)	(m ³)	(m ³)	(m)	
37	3600	33,8119	100	125672,6231	360000,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman
38	3600	31,7945	100	118091,5360	360000,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman
39	3600	29,9396	100	111121,4055	360000,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman
40	3600	28,2343	100	104712,9948	360000,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman
41	3600	26,6663	100	98821,0353	360000,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman
42	3600	25,2247	100	93403,9063	360000,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman
43	3600	23,8993	100	88423,3415	360000,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman
44	3600	22,6807	100	83844,1582	360000,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman
45	3600	21,5604	100	79634,0095	360000,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman
46	3600	20,5303	100	75763,1548	360000,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman
47	3600	19,5832	100	72204,2507	360000,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman
48	3600	18,7124	100	68932,1571	360000,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Aman

Sumber : Hasil Analisis

5.5 Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis hidrologi dan hidraulika yang telah dilakukan, evaluasi terhadap sistem pengendalian genangan di Desa Jati Wetan menunjukkan beberapa temuan yang signifikan. Analisis curah hujan kawasan dengan metode Poligon Thiessen pada tiga stasiun pengamatan (Kedung Gupit, DPU Kudus, dan Tanjung Mojo) menghasilkan curah hujan rancangan sebesar 214,86 mm untuk kala ulang 10 tahun. Perhitungan ini menggunakan distribusi Log Pearson Tipe III yang telah teruji keandalannya melalui uji kesesuaian *Chi-Square*.

Selanjutnya, simulasi limpasan permukaan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu menunjukkan bahwa kolam retensi menerima debit puncak (*peak inflow*) sebesar 592,8440 m³/detik yang terjadi pada jam ke-8. Evaluasi terhadap kondisi fisik kolam retensi eksisting yang memiliki luas 5 Ha, kedalaman 3 m, dengan kapasitas tampung 150.000 m³, serta dukungan kapasitas pompa sebesar 5,5 m³/detik membuktikan bahwa infrastruktur tersebut sudah tidak lagi memadai. Pada simulasi pembebanan debit banjir rancangan, terjadi lonjakan volume air yang drastis sehingga melampaui kapasitas maksimum kolam pada jam ke-3. Hal ini memicu terjadinya limpasan (*overflow*) yang cukup besar melampaui tanggul eksisting setinggi 3 meter, yang berarti kolam gagal mencegah genangan di wilayah sekitar.

Untuk mengatasi masalah defisit tampungan tersebut, diusulkan langkah redesain sistem pengendalian banjir dengan memperbesar dimensi kolam retensi dan meningkatkan kapasitas pompa secara terukur. Kolam retensi yang diusulkan diperluas menjadi 70 Hektar dengan kedalaman 10 meter, sehingga kapasitas tampungnya meningkat tajam menjadi 7000000 m³. Selain itu, kapasitas pompa penguras ditingkatkan menjadi total 250 m³/detik yang dikombinasikan melalui 5 unit pompa utama. Hasil simulasi operasional dari desain usulan ini menunjukkan bahwa seluruh debit banjir rancangan mampu tertampung dengan baik. Volume maksimum yang terjadi di dalam kolam mencapai sekitar 6503272 m³ dengan elevasi muka air tertinggi di angka 9,29 meter pada jam ke-14. Angka ini masih berada dalam batas aman di bawah elevasi puncak tanggul (10 meter), sehingga

volume air yang dihitung $V_{\text{kapasitas}} > V_{\text{perhitungan}}$, sehingga risiko limpasan ke pemukiman warga dapat dihilangkan sepenuhnya.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis perhitungan dalam evaluasi pengendalian banjir pada kolam retensi diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Debit banjir rancangan (*inflow*) yang mengalir masuk ke Kolam Retensi Jati Wetan berdasarkan perhitungan metode HSS Nakayasu untuk kala ulang 10 tahun mencapai titik puncak (*peak flow*) sebesar 592,8440 m³/detik yang terjadi pada jam ke-8.
2. Kapasitas tampungan kolam retensi eksisting sebesar 150000 m³ dinyatakan tidak memadai untuk menampung debit banjir rencana. Hasil perhitungan menunjukkan volume air yang harus ditampung $S_{\text{perhitungan}}$ mencapai 2256402,7128 m³, sehingga terjadi defisit kapasitas yang mengakibatkan limpasan 2106402,7128 m³.
3. Untuk mengatasi permasalahan banjir dan genangan, diperlukan redesain sistem pengendalian banjir yang mencakup peningkatan kapasitas kolam retensi menjadi 7000000 m³ dengan cara memperluas area permukaan hingga 70 hektar (700000 m²) serta menambah kedalaman kolam menjadi 10 meter, yang didukung oleh peningkatan kinerja sistem pompa menjadi total 250 m³/detik melalui kombinasi 5 unit pompa utama berkapasitas masing-masing 50 m³/detik.

6.2 Saran

Dalam penelitian ini ada Beberapa saran terkait evaluasi pengendalian banjir dengan kolam retensi yaitu

1. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menghitung debit masuk maupun keluar dengan menggunakan metode lain yang belum ada pada penelitian ini.

2. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menganalisis sedimentasi, rembesan, dan evaporasi yang terjadi pada kolam retensi yang direncanakan.
3. Penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu masukan perencanaan dalam penanganan banjir di Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Kudus.
4. Dapat melakukan perencanaan kolam retensi pada lokasi lain yang potensial guna mendukung sistem drainase yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah, M.F. and Kuswartomo, S.T., 2018. *Analisis Perencanaan Kolam Retensi dalam Menanggulangi Bencana Banjir di Desa Tegaldowo Kab. Pekalongan* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Asdak, C. and Munawir, M., 2017. Integrated water resources conservation management for a sustainable food security. *KnE Life Sciences*, pp.238-245.
- Chow, Ven Te, Nensi Rosalina. 1997. Hidrolika Saluran Terbuka cetakan ke – 4. Jakarta: Erlangga.
- Harmani, E. and Soemantoro, M., 2017. Kolam retensi sebagai alternatif pengendali banjir. *Jurnal Teknik Sipil Unitomo*, 1(1).
- Mahmudi, M.N. and Setiawan, B.I., 2020. Desain Kolam Retensi Berbantu Komputer di Cibuluh Kota Bogor. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 5(2), pp.115-124
- Prayoga, M.D., Agami, R.T.W., Sangkawati, S. and Sugiyanto, S., 2019. Perencanaan Kolam Retensi dan Stasiun Pompa Pada Sistem Drainase kali Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 2(2), pp.209-218.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. C.V Andi Offset. Yogyakarta.
- Suwanto, M.A.F., 2024. *Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase dan Kolam Retensi pada Wilayah Taman Narogong Indah, Kota Bekasi* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Triatmodjo, Bambang. 1996. *Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, Bambang. 1996. *Hidrolika I*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.

LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 nilai K untuk Distribusi Log Pearson III

Cs	Probabilitas Terjadi (%)												
	99,00	95,00	90,00	80	50	20	10	4	2	1	0,5	0,2	0,1
	Kala ulang												
	1,01	1,05	1,11	1,25	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
-3,0	-4,05	-2,00	-1,18	-0,42	0,40	0,64	0,66	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
-2,9	-4,01	-2,01	-1,20	-0,44	0,39	0,65	0,68	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
-2,8	-3,97	-2,01	-1,21	-0,46	0,38	0,67	0,70	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,72
-2,7	-3,93	-2,01	-1,22	-0,48	0,38	0,68	0,72	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
-2,6	-3,89	-2,01	-1,24	-0,50	0,37	0,70	0,75	0,76	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
-2,5	-3,85	-2,01	-1,25	-0,52	0,36	0,71	0,77	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
-2,4	-3,80	-2,01	-1,26	-0,54	0,35	0,73	0,80	0,82	0,83	0,83	0,83	0,83	0,84
-2,3	-3,75	-2,01	-1,27	-0,56	0,34	0,74	0,82	0,86	0,86	0,87	0,87	0,87	0,87
-2,2	-3,71	-2,01	-1,28	-0,57	0,33	0,75	0,84	0,89	0,90	0,91	0,91	0,91	0,91
-2,1	-3,66	-2,00	-1,29	-0,59	0,32	0,77	0,87	0,92	0,94	0,95	0,95	0,95	0,95
-2,0	-3,61	-2,00	-1,30	-0,61	0,31	0,78	0,90	0,96	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00
-1,9	-3,55	-1,99	-1,31	-0,62	0,29	0,79	0,92	1,00	1,02	1,04	1,04	1,05	1,06
-1,8	-3,50	-1,98	-1,32	-0,64	0,28	0,80	0,95	1,04	1,07	1,09	1,10	1,11	1,13
-1,7	-3,44	-1,97	-1,32	-0,66	0,27	0,81	0,97	1,08	1,12	1,14	1,16	1,17	1,20
-1,6	-3,39	-1,96	-1,33	-0,68	0,25	0,82	0,99	1,12	1,17	1,20	1,22	1,24	1,28
-1,5	-3,33	-1,95	-1,33	-0,69	0,24	0,83	1,02	1,16	1,22	1,26	1,28	1,32	1,37
-1,4	-3,27	-1,94	-1,34	-0,71	0,23	0,83	1,04	1,20	1,27	1,32	1,35	1,39	1,47
-1,3	-3,21	-1,93	-1,34	-0,72	0,21	0,84	1,06	1,24	1,32	1,38	1,42	1,47	1,54
-1,2	-3,15	-1,91	-1,34	-0,73	0,20	0,84	1,09	1,28	1,38	1,45	1,50	1,55	1,63
-1,1	-3,09	-1,89	-1,34	-0,75	0,18	0,85	1,11	1,32	1,44	1,52	1,58	1,63	1,71
-1,0	-3,02	-1,88	-1,34	-0,76	0,16	0,85	1,13	1,37	1,49	1,59	1,66	1,72	1,80
-0,9	-2,96	-1,86	-1,34	-0,77	0,15	0,85	1,15	1,41	1,55	1,66	1,75	1,81	1,91
-0,8	-2,89	-1,84	-1,34	-0,78	0,13	0,86	1,17	1,45	1,61	1,73	1,84	1,91	2,04
-0,7	-2,82	-1,82	-1,33	-0,79	0,12	0,86	1,18	1,45	1,66	1,81	1,93	2,01	2,15
-0,6	-2,76	-1,80	-1,33	-0,80	0,10	0,86	1,20	1,53	1,72	1,88	2,02	2,11	2,28
-0,5	-2,69	-1,74	-1,32	-0,81	0,08	0,86	1,22	1,57	1,78	1,96	2,11	2,22	2,40
-0,4	-2,62	-1,75	-1,32	-0,82	0,07	0,86	1,23	1,61	1,83	2,03	2,20	2,33	2,54
-0,3	-2,54	-1,73	-1,31	-0,82	0,05	0,85	1,25	1,64	1,89	2,10	2,29	2,44	2,68
-0,2	-2,47	-1,70	-1,30	-0,83	0,03	0,85	1,26	1,68	1,95	2,18	2,39	2,55	2,81
-0,1	-2,40	-1,67	-1,29	-0,84	0,02	0,85	1,27	1,72	2,00	2,25	2,48	3,03	3,95
0,0	-2,33	-1,65	-1,28	-0,84	0,00	0,84	1,28	1,75	2,05	2,33	2,58	2,77	3,09

Sumber : Triadmodjo (2008)

Lampiran 1. 2 Nilai Chi-kuadrat kritik

DK	α											
	0.99	0.95	0.90	0.80	0.70	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.01	0.001
1	0.001	0.004	0.015	0.064	0.148	0.455	1,074	1,642	2,706	3,841	6,635	10,82
2	0.020	0.103	0.211	0.446	0.713	1,386	2,408	3,219	4,604	5,991	9,210	13,81
3	0.115	0.352	0.584	1,005	1,424	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	11,34	16,26
4	0.297	0.711	1,084	1,649	2,195	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	13,27	18,46
5	0.554	1,145	1,610	2,343	3,000	4,351	6,064	7,289	9,236	11,07	15,08	20,51
6	0.872	1,635	2,204	3,070	3,828	5,348	7,231	8,558	10,64	12,59	16,81	22,45
7	1,239	2,167	2,833	3,822	4,671	6,346	8,383	9,803	12,01	14,06	18,47	24,32
8	1,646	2,733	3,290	4,594	5,527	7,344	9,524	11,03	13,36	15,50	20,09	26,42
9	2,038	3,325	4,168	5,380	6,393	8,343	10,65	12,24	14,68	16,91	21,66	27,87
10	2,558	3,940	4,791	6,179	7,267	9,342	11,78	13,44	15,98	18,30	23,20	29,58
11	3,053	4,575	5,578	6,989	8,148	10,34	12,89	14,64	17,27	19,67	24,72	31,26
12	3,571	5,226	6,304	7,807	9,034	11,34	14,01	15,81	18,54	21,02	26,21	32,90
13	4,107	5,892	7,042	8,634	9,926	12,34	15,11	16,98	19,81	22,36	27,68	34,52
14	4,660	6,571	7,790	9,467	10,82	13,33	16,22	18,15	21,06	23,68	29,14	36,12
15	5,229	7,261	8,547	10,30	11,72	14,33	17,32	19,31	22,30	24,99	30,57	37,69
16	5,812	7,962	9,312	11,15	12,62	15,33	18,41	20,46	23,54	26,2	32,00	39,25
17	6,408	8,672	10,085	12,00	13,53	16,33	19,51	21,61	24,76	27,58	33,40	40,79
18	7,005	9,390	10,865	12,85	14,44	17,33	20,60	22,76	25,98	28,86	34,80	42,31
19	7,635	10,11	11,651	13,71	15,35	18,33	21,68	23,90	27,20	30,14	36,19	43,82
20	8,260	10,85	12,443	14,57	16,26	19,33	22,77	25,03	28,41	31,41	37,56	45,31
21	8,897	11,50	13,240	15,44	17,18	20,33	23,85	26,17	29,61	32,67	38,93	46,79
22	9,542	12,33	14,041	16,31	18,10	21,33	24,93	27,30	30,82	33,92	40,28	48,26
23	10,19	13,09	14,848	17,18	19,02	22,33	26,01	28,42	32,00	35,17	41,63	49,72
24	10,85	13,84	15,659	18,06	19,94	23,33	27,09	29,55	33,19	36,41	42,98	51,17
25	11,52	14,61	16,473	18,94	20,86	24,33	28,17	30,67	34,38	37,65	44,31	52,62
26	12,19	15,37	17,292	19,82	21,92	25,33	19,24	31,79	35,56	38,88	45,64	54,05
27	12,87	16,15	18,114	20,70	22,19	26,33	30,31	32,91	36,74	40,11	46,96	55,47
28	13,56	16,92	18,939	21,58	23,64	27,33	31,39	34,02	37,91	41,33	48,27	56,89
29	14,25	17,70	19,768	22,45	14,57	28,33	32,46	35,13	39,08	42,55	49,58	58,30
30	15,95	18,49	20,599	23,59	25,50	29,33	33,53	36,25	40,25	43,77	50,89	59,70

Sumber : Triadmodjo (2008)

Lampiran 1. 3 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2014

Tanggal	Bulan											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mei	Jun.	Jul.	Agst.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.
1	35	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	25	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
4	0	15	35	0	15	15	0	25	0	0	0	0
5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	45
6	15	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	55	0	55	0	15	25	0	0	0	0	0
9	0	45	35	15	0	25	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	75
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0
12	0	0	0	10	0	0	15	0	0	0	0	55
13	0	0	15	45	0	0	0	0	0	0	0	35
14	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	25	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	25
16	15	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	85	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0
18	45	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	85	25	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0
20	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	110	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0
22	241	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0
23	95	55	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0
24	85	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0
25	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	35	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
28	210	0	0	23	15	0	0	0	0	0	0	0
29	15		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	30		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0		0		0		0	0		0		0

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 4 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2015

Tang gal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	0	25	0	25	45	0	0	0	0	0	0	0
2	0	35	0	15	0	0	0	0	0	0	0	35
3	65	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	17
4	35	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	23
5	0	0	55	15	0	0	0	0	0	0	0	22
6	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	13
7	0	55	0	35	0	0	0	0	0	0	0	17
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	5	0
11	0	0	15	25	0	0	0	0	0	0	7	4
12	1350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
13	55	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
14	65	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
16	15	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	34
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
20	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
22	1315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
23	35	0	0	15	0	0	0	0	0	0	11	0
24	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	12	4
25	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	13	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	95	0	55	0	0	0	0	0	0	35	0
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	16	0
30	55		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0		0		0		0	0		0		0

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 5 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2016

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	0	17	8	47	0	6	0	27	0	16	0	8
2	30	19	25	0	0	4	0	0	6	0	0	0
3	0	20	6	0	0	13	0	4	0	4	5	0
4	14	0	39	8	0	0	0	0	0	0	0	33
5	0	10	0	4	0	0	0	0	0	0	0	26
6	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	26	4
7	0	45	0	16	0	0	0	0	0	0	6	11
8	0	45	19	5	9	0	0	0	0	0	0	25
9	0	20	0	2	0	0	0	0	0	25	0	6
10	31	27	29	0	0	0	0	0	0	26	23	4
11	17	8	0	0	0	0	0	0	0	26	0	6
12	0	48	8	0	0	0	0	0	0	0	99	30
13	55	4	0	0	0	0	0	41	0	8	0	0
14	65	0	4	89	0	0	0	7	0	0	45	18
15	0	0	5	0	0	0	0	0	0	32	0	0
16	15	0	0	0	0	12	0	0	3	0	35	0
17	25	0	0	0	18	0	0	0	5	0	21	6
18	8	0	6	0	0	12	5	10	0	16	0	39
19	21	15	0	21	0	13	0	0	0	0	0	7
20	14	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	43
21	17	0	67	89	28	0	0	0	0	6	12	5
22	0	0	0	17	14	22	0	0	0	0	0	8
23	3	6	16	6	3	0	0	0	24	0	0	14
24	11	1	25	0	0	22	0	0	0	56	23	0
25	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
26	0	14	48	18	0	0	5	0	60	0	16	0
27	0	2	9	0	0	26	0	0	46	3	0	75
28	6	0	10	0	6	22	0	0	0	4	0	0
29	17	58	5	0	0	0	0	0	4	2	5	0
30	0		21	0	3	0	0	7	0	28	9	67
31	51		0		4		0	0		0		12

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 6 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2017

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	11	6	14	0	0	6	0	27	0	34	11	62
2	8	37	30	0	12	4	0	0	0	23	0	0
3	15	37	31	0	0	13	0	4	0	31	0	0
4	6	10	35	0	3	0	0	0	0	0	0	0
5	6	23	0	3	0	0	0	0	0	0	19	0
6	8	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
7	6	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	38	25	40	0	0	0	0	0	0	0	29
9	0	50	0	30	0	0	0	0	0	0	18	0
10	0	25	0	16	24	0	0	0	0	0	0	0
11	10	32	0	30	0	0	0	0	0	0	0	69
12	9	32	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
13	0	12	0	12	0	0	0	41	0	0	0	0
14	4	23	36	1	0	0	0	7	0	0	45	0
15	104	21	4	0	0	0	0	0	0	8	0	28
16	2	27	0	0	0	12	0	0	0	6	0	0
17	25	13	34	0	0	0	0	0	0	13	14	0
18	6	17	1	0	0	12	5	10	0	0	0	29
19	0	0	38	0	0	13	0	0	0	12	0	42
20	0	0	0	0	0	0	11	0	0	4	0	16
21	38	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	15
22	0	5	13	9	0	12	0	0	0	0	8	36
23	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
24	0	15	0	14	0	22	0	0	0	6	4	7
25	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0
26	24	40	2	0	0	0	5	0	0	0	0	3
27	15	8	52	0	0	26	0	0	0	0	10	4
28	35	0	23	0	0	22	0	0	0	8	0	3
29	70		24	88	37	0	0	0	15	0	70	3
30	33		17	0	3	0	0	7	29	0	0	0
31	15		18		0		0	0		0		14

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 7 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2018

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	8	14	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
2	48	14	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0
3	0	52	0	3	0	0	0	0	0	0	0	13
4	10	37	2	3	0	0	0	0	0	9	20	15
5	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
6	0	136	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	15	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	6	15
9	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	1	21
10	16	29	7	0	0	0	0	0	0	0	6	0
11	6	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	11
12	6	27	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	15	32	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	29	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	4	14	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0
16	3	15	33	0	0	0	0	0	0	9	0	0
17	5	54	0	0	0	0	0	0	0	6	28	0
18	8	0	0	8	32	0	0	0	0	0	8	0
19	20	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0
20	4	9	3	3	0	0	0	0	0	3	13	0
21	16	5	3	3	0	0	0	0	0	0	0	14
22	9	3	9	0	0	0	0	0	0	0	5	7
23	10	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	15
24	3	36	38	2	14	0	0	0	0	0	0	4
25	0	13	20	0	12	0	0	0	0	0	0	2
26	75	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
27	27	3	0	0	0	0	0	0	8	0	3	5
28	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0
29	10		0	0	0	0	0	0	0	8	20	0
30	8		0	0	0	0	0	0	0	0	104	0
31	0		0		0		0		0		0	50

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 8 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2019

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	16	0	3	0	52	0	0	0	0	0	0	0
2	10	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0
3	13	0	72	15	15	0	0	0	0	0	0	0
4	11	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
5	0	6	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	7	36	12	0	0	0	0	0	0	19	4
7	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	12	0
8	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
9	6	20	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
10	14	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	15
11	0	10	9	14	0	0	0	0	0	0	0	6
12	77	3	0	0	0	0	0	0	0	0	105	0
13	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	28	0	0	37	0	0	0	0	0	0	6	0
15	0	60	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	5	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0
17	43	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	32
18	48	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	5
19	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	26	13	66	0	0	0	0	0	0	0	0	10
21	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	50	35
22	25	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	5
23	12	65	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	22	14	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	41	14	40	9	0	0	0	0	0	0	0	0
26	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	37	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	16
28	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
29	22		3	7	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
31	0		5		0		0	0		0		16

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 9 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2020

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	0	8	29	0	0	0	0	0	0	0	70	28
2	15	8	8	0	0	0	0	0	0	0	56	0
3	7	0	0	0	0	0	25	0	0	0	37	0
4	10	13	8	21	0	0	0	0	0	0	0	20
5	9	3	11	24	0	0	0	0	0	0	5	4
6	15	7	0	38	0	0	10	0	0	0	6	17
7	9	3	4	8	0	0	0	0	0	0	0	50
8	7	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	103
9	14	2	4	25	0	0	0	0	0	0	0	18
10	46	0	0	25	16	0	0	0	0	0	18	89
11	15	26	0	0	0	0	0	0	0	54	15	25
12	11	22	0	0	0	0	0	0	0	0	84	20
13	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	10
14	19	44	0	0	0	0	0	0	4	0	0	15
15	8	10	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0
16	0	9	0	24	0	0	0	0	0	0	53	0
17	16	0	18	0	0	0	0	0	0	36	0	115
18	0	7	0	37	13	0	0	0	0	0	87	11
19	0	17	4	0	4	0	0	0	0	0	0	37
20	0	51	0	0	4	17	29	0	0	0	6	57
21	0	13	0	9	25	0	0	0	0	0	0	20
22	0	0	0	0	0	3	0	0	0	33	0	0
23	0	7	0	0	18	0	0	0	8	47	0	9
24	0	33	17	0	0	0	3	0	0	0	0	0
25	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	4
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
28	17	0	0	0	0	0	0	0	40	29	81	22
29	0	19	7	0	10	0	0	0	0	71	0	0
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	58	30
31	0		0		6		0	0		0		66

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 10 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2021

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	29	17	11	8	0	0	0	0	0	0	0	5
2	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	8	35	0	0	5	0	0	41	0	60	0	0
4	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0
5	4	71	0	0	3	0	0	0	0	0	0	10
6	3	72	0	4	0	0	0	0	0	0	0	8
7	23	0	0	54	0	0	0	0	13	0	0	3
8	4	33	13	11	13	0	0	0	17	0	0	0
9	12	10	3	2	0	12	0	0	25	0	21	5
10	15	21	9	0	0	0	2	0	4	0	35	0
11	0	9	0	74	0	0	0	0	0	0	1	0
12	2	7	44	4	0	4	0	0	0	0	0	13
13	22	35	6	10	0	0	0	0	0	0	9	0
14	3	24	45	1	0	0	0	0	0	0	27	2
15	25	11	0	0	0	16	0	0	0	0	0	9
16	7	7	0	0	0	2	0	0	0	0	50	13
17	4	26	0	0	0	10	0	0	0	0	138	5
18	60	16	26	0	46	0	0	0	0	0	80	11
19	79	35	15	6	0	0	0	15	0	0	9	0
20	3	1	1	0	0	0	0	2	3	6	3	5
21	0	0	20	0	0	0	0	0	0	1	0	30
22	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	20	0	0	0	4	0	0	2	15	3	0
24	0	20	0	0	0	21	0	0	0	34	0	10
25	0	6	0	6	0	0	0	0	6	0	32	0
26	33	6	1	0	0	0	0	0	35	0	7	5
27	39	4	0	0	0	0	0	0	0	14	14	34
28	4	0	11	0	15	4	0	0	3	0	0	42
29	58		0	0	0	2	0	0	0	20	51	9
30	37		0	0	0	0	0	0	0	1	8	13
31	15		0		0		0	0		35		7

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 11 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2022

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	18	0	9	4	5	0	0	0	0	0	0	16
2	1	2	0	25	14	4	0	0	0	2	0	2
3	0	0	32	0	0	6	0	0	0	0	0	0
4	0	4	0	19	0	0	0	0	0	0	5	6
5	0	19	0	64	0	11	7	0	0	0	0	0
6	0	14	10	9	0	0	6	0	0	12	16	57
7	37	4	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	29	0
9	10	2	39	0	0	0	0	0	0	1	6	39
10	6	2	0	54	0	3	0	0	0	0	42	0
11	24	0	0	9	0	0	58	0	0	9	5	0
12	46	1	5	0	0	64	0	0	0	0	18	0
13	26	6	0	0	0	0	0	13	0	24	1	0
14	0	0	0	0	0	0	38	0	0	16	1	3
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	20
16	7	22	0	0	0	1	21	13	0	0	0	60
17	5	21	0	0	0	6	0	0	0	3	6	60
18	23	22	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4
19	65	0	14	0	6	0	7	0	0	0	9	5
20	19	0	7	8	14	0	0	0	0	0	3	0
21	0	19	0	1	1	0	0	0	0	10	0	44
22	2	0	0	0	24	0	0	0	10	0	5	8
23	0	19	0	0	2	13	1	0	0	2	0	5
24	16	0	0	11	0	25	0	0	0	0	0	38
25	18	0	0	19	1	60	0	0	0	8	3	47
26	14	9	0	33	30	24	0	0	17	5	8	20
27	0	78	0	14	0	12	0	2	0	0	8	5
28	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11	32
29	0		0	3	0	0	0	0	0	0	8	33
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	2	63
31	0		0		0		0	0		0		75

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 12 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2023

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	34	0	65	4	15	0	0	0	0	0	0	17
2	14	37	50	11	0	0	0	0	0	0	0	0
3	12	10	5	0	0	0	0	0	0	0	25	0
4	54	10	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	10	6	2	0	0	0	33	0	0	0	0	14
6	0	5	17	0	0	2	25	0	0	0	0	0
7	15	21	0	0	0	5	0	0	0	0	0	18
8	9	32	15	0	0	2	0	0	0	0	0	0
9	17	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	39	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0
11	0	4	0	0	47	35	0	0	0	0	0	0
12	19	4	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
13	0	0	7	0	0	0	0	0	0	10	0	0
14	19	0	13	45	0	0	0	0	0	0	3	0
15	19	120	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
16	19	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	2	3	0	2	0	0	0	0	25	0	0	0
18	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
19	0	8	5	0	0	0	0	0	0	0	12	0
20	0	7	5	11	0	0	0	0	0	0	79	0
21	10	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
23	2	38	4	0	0	0	0	0	0	0	16	0
24	0	10	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0
25	5	30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	68
26	60	16	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
27	3	55	10	0	0	0	0	0	0	0	1	2
28	4	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
29	10		0	14	0	0	0	0	0	0	1	17
30	4		37	19	0	0	0	0	0	5	24	0
31	47		0		0		0	0		15		0

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 13 Data Curah Hujan Stasiun Tanjung mojo Tahun 2024

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	0	0	0	18	0	15	0	0	0	9	0	4
2	0	3	6	3	4	0	0	19	0	0	0	4
3	4	2	0	0	0	0	0	0	0	10	0	39
4	0	36	51	0	0	0	7	0	0	0	0	0
5	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
6	0	35	26	0	0	0	0	0	0	0	0	18
7	3	4	0	0	0	3	0	4	0	0	0	18
8	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	16	6
9	70	0	69	0	0	2	0	0	31	0	17	5
10	0	58	4	0	0	0	0	0	10	0	0	37
11	29	2	51	2	18	29	0	0	0	0	0	9
12	0	1	61	8	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	20	117	0	0	14	0	0	0	0	0	10
14	0	0	102	0	0	0	0	0	0	0	35	2
15	0	15	44	0	0	31	0	0	0	0	0	30
16	0	0	38	5	0	0	0	0	0	0	0	8
17	14	5	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	19	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
20	20	135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
21	1	50	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4
22	0	1	0	0	0	0	0	11	46	0	0	0
23	0	0	18	0	49	0	0	0	0	0	0	0
24	0	9	0	12	0	0	0	0	0	0	29	21
25	2	3	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0
26	10	0	0	2	0	0	0	0	55	28	0	0
27	26	2	20	0	0	0	0	0	0	0	4	24
28	27	0	3	6	0	0	0	0	0	0	3	4
29	6	32	0	0	0	0	0	0	0	14	0	51
30	6		11	3	0	0	0	0	0	0	23	0
31	1		7		0		6	0		26		53

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 14 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2014

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	53	8	4	0	0	0	0	7	7	0	0	0
2	5	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46
3	0	65	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0	18
6	10	5	17	27	0	0	0	0	0	0	0	0
7	56	18	13	22	0	0	8	0	0	0	0	0
8	0	32	0	0	14	0	0	0	0	0	0	47
9	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0
10	0	21	3	26	0	0	0	0	3	0	1	48
11	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	9	0	0	0	33	0	0	0	0	31
13	15	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	33
14	20	61	0	29	10	0	0	0	0	0	2	14
15	12	18	0	12	0	0	0	0	0	0	14	27
16	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	12	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	16
18	85	0	7	0	15	2	0	0	0	0	0	39
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	136	11	0	20	0	0	0	0	0	0	0	29
21	8	10	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2
22	165	0	0	0	0	13	48	0	0	0	51	0
23	234	22	0	4	0	0	0	0	0	0	0	12
24	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
25	16	0	0	0	0	0	7	0	0	0	2	0
26	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	32	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	52	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	84
29	0		0	12	0	0	0	0	0	0	1	48
30	0		0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
31	8		0		0		0	0		0		5

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 15 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2015

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	4	5	18	7	0	0	0	0	0	0	0	2
2	5	18	0	4	20	0	0	0	0	0	0	1
3	26	0	52	8	0	0	0	0	0	0	0	3
4	29	0	47	31	12	0	0	0	0	0	8	1
5	1	0	55	0	1	0	0	0	0	0	2	2
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	40
7	0	12	0	13	0	7	0	0	0	0	1	74
8	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
9	0	15	10	5	0	1	0	0	0	0	0	20
10	0	3	2	4	0	0	0	0	0	0	0	22
11	0	16	7	1	0	0	0	0	0	0	76	34
12	110	51	9	0	0	0	0	0	0	0	27	0
13	90	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	2
14	23	4	3	3	0	0	0	0	0	0	6	28
15	0	27	0	12	0	0	0	0	0	0	2	20
16	1	0	6	4	0	0	0	0	0	0	16	3
17	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	19	101
18	15	0	15	0	0	0	0	0	0	0	9	75
19	16	17	0	7	0	0	0	0	0	0	3	12
20	64	12	0	34	0	0	0	0	0	0	21	1
21	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1	30
22	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	15	5
23	10	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
24	10	17	11	9	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	4	24	0	0	0	0	0	0	0	0
26	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0
27	22	0	34	0	0	0	0	0	0	0	22	0
28	6	4	0	16	0	0	0	0	0	0	6	0
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
30	16		0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
31	18		0		0		0	0		0		0

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 16 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2016

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	34	34	67	0	0	3	0	32	0	2	0	0
2	11	14	67	13	0	0	0	14	7	0	51	0
3	15	17	0	0	0	22	0	0	0	0	15	0
4	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	27	2	0	0	0	0	0	0	0	19	18
6	12	4	0	0	2	45	0	0	0	3	15	0
7	0	40	2	0	2	0	0	36	0	0	7	4
8	0	38	2	2	8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	13	86	0	0	0	0	0	0	19	0	19
10	0	0	0	3	0	0	4	0	0	32	7	0
11	0	31	14	0	0	0	0	0	0	0	0	35
12	4	32	27	31	0	0	0	0	0	26	59	74
13	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
14	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	29	0
15	0	3	1	43	0	15	0	0	0	62	8	0
16	0	10	0	7	0	0	0	0	0	0	12	0
17	0	0	0	0	1	34	0	0	0	0	0	0
18	16	11	0	5	0	0	0	26	0	0	0	70
19	12	0	0	0	0	14	0	0	0	21	0	7
20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
21	0	1	0	27	8	0	0	0	0	0	2	30
22	0	15	89	0	0	0	0	0	0	18	0	13
23	1	5	26	0	0	2	0	0	37	0	0	4
24	13	4	0	0	0	20	0	0	5	0	9	0
25	1	0	0	0	1	0	0	0	0	34	0	6
26	1	3	39	0	0	0	0	0	12	0	28	0
27	4	5	0	0	0	8	0	0	88	0	6	23
28	4	0	0	0	5	0	0	0	14	0	0	0
29	3	0	7	0	0	5	0	2	1	9	41	0
30	0		0	0	16	0	0	3	18	25	9	81
31	33		3		0		0	0		0		0

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 17 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2017

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	20	12	10	0	0	5	0	0	0	0	0	65
2	22	37	37	0	5	20	0	0	0	42	0	0
3	9	41	41	9	8	27	0	0	0	8	0	0
4	2	28	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	16	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6	0	6	6	8	4	0	0	0	0	0	0	34
7	20	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	63	63	0	0	0	0	0	0	0	1	4
9	0	43	43	39	5	0	3	0	0	0	0	0
10	7	52	52	11	11	0	0	0	0	0	0	0
11	0	45	45	51	0	0	0	0	0	0	0	89
12	0	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13	0	11	11	37	0	50	0	0	0	0	2	0
14	6	54	54	0	0	0	0	0	0	0	21	0
15	50	11	11	0	0	0	0	0	0	0	18	3
16	4	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	18	24	24	0	0	0	17	0	0	0	12	19
18	0	28	28	0	0	20	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	48
20	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	9	19
21	0	5	0	0	0	0	26	0	0	0	1	8
22	2	0	0	31	0	0	0	0	0	0	2	34
23	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0
24	0	1	1	0	0	0	0	0	0	44	32	0
25	30	75	75	0	0	0	0	0	11	0	27	0
26	20	26	26	0	0	0	0	0	0	0	3	23
27	77	63	63	0	0	0	0	0	0	0	17	0
28	39	11	11	20	0	0	8	0	0	0	12	11
29	96		5	11	0	0	0	0	0	31	61	0
30	13		0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
31	15		0		0		0	0		0		13

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 18 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2018

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	2	20	14	2	0	0	0	0	2	0	0	0
2	20	14	0	0	0	0	0	0	0	8	6	0
3	39	14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	14	3	0	0	0	0	0	0	4	0	14
5	14	0	38	0	0	0	0	0	0	32	0	0
6	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0
7	0	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	12	8	0	0	0	0	0	0	0	6	5
9	3	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0
11	3	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	8
12	4	23	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	4	34	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
14	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	14	2	0	0	0	0	0	0	0	7	2
16	14	48	13	0	0	0	0	0	0	5	0	0
17	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0
18	8	0	23	0	18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	17	0	0	0	0	0	0	18	0	0
20	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2
21	12	0	19	0	0	0	0	0	0	0	5	30
22	8	29	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	23	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	3
24	0	32	7	0	12	0	0	0	0	0	0	12
25	64	5	10	0	11	0	0	0	0	0	0	4
26	14	0	0	0	0	0	0	0	0	14	2	2
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1
28	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0
29	19		0	0	0	0	0	0	0	0	50	0
30	18		0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
31	0		0		0		0	0		0		54

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 19 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2019

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	9	1	9	0	0	0	0	0	0	0	3	0
2	7	0	0	20	0	0	0	0	0	0	1	0
3	13	0	12	11	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	29	0
5	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0
9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	11	1	25	0	0	0	0	0	0	0	2	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0
12	6	54	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	2	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	2	30	88	0	0	0	0	0	0	0	8	29
16	6	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
17	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	20
19	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	27	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	1	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
23	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	14	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	3
25	0	80	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	108	6	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
27	48	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	27
28	32	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	28		3	0	0	0	0	0	0	0	15	0
30	5		0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
31	0		0		0		0	0		0		10

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 20 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2020

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt.	Nov	Des
1	12	4	34	5	0	5	0	5	0	25	5	0
2	10	6	40	0	0	0	0	0	0	2	0	2
3	12	0	0	0	0	10	0	0	0	7	11	11
4	19	0	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0
5	9	5	0	54	0	0	0	0	0	5	1	1
6	24	14	0	26	0	0	0	0	0	14	27	27
7	45	14	0	0	0	9	0	0	62	0	12	94
8	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	67	67
9	10	0	7	0	0	0	0	0	0	0	10	5
10	8	23	0	23	3	0	0	0	0	45	83	83
11	17	17	0	0	0	0	0	0	0	25	11	23
12	14	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
13	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
14	10	58	0	0	0	0	0	11	18	0	6	3
15	62	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	15	3	0	0	0	0	0	0	2	0	4
17	27	2	10	10	0	0	0	0	0	0	14	84
18	0	0	21	40	1	0	0	0	0	0	19	15
19	0	19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	30
20	0	50	5	0	25	1	46	0	0	0	3	26
21	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0
22	50	15	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0
23	0	0	0	4	0	0	0	36	100	0	20	20
24	0	26	6	0	0	0	0	0	0	10	0	0
25	0	19	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0
26	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	12	0	0	0	0	0	13	32	0	5	6
28	4	0	0	0	1	0	0	0	0	24	20	20
29	35	0	0	40	0	0	0	0	0	13	12	13
30	0		23	0	0	0	0	0	2	74	3	3
31	10		0		0		0	0		0		66

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 21 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2021

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	2	0	1	0	0	41	0	0	0	12	0	5
2	46	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	78	0	6	0	0	0	10	0	0	63	1
5	9	0	76	0	15	0	0	0	0	0	0	0
6	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	12	20
7	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
8	51	16	19	59	9	0	0	0	2	0	0	0
9	5	30	20	17	0	29	0	0	20	0	3	19
10	64	76	9	42	0	0	0	0	0	0	0	4
11	4	14	0	0	0	3	0	0	0	0	4	4
12	0	0	0	53	0	0	0	0	0	0	1	0
13	1	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14	54	4	0	5	0	0	0	0	5	0	6	0
15	10	58	11	30	6	0	0	0	0	0	32	16
16	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
17	5	36	0	0	0	32	0	0	0	4	0	0
18	63	0	0	26	0	0	0	0	0	10	62	0
19	15	34	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	24	25	2	8	0	0	0	15	0	5	34	0
21	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
22	0	23	0	0	0	39	0	0	2	0	0	20
23	17	5	0	9	0	0	0	0	0	3	1	0
24	25	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	14
25	1	19	0	4	0	9	0	0	0	0	0	0
26	0	0	9	0	0	0	0	0	0	28	21	19
27	3	7	0	0	0	0	0	0	70	15	12	19
28	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0
29	34		4	29	0	0	0	0	0	0	90	26
30	39		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	42		0		0		0	0		5		1

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 22 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2022

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	17	0	66	0	5	0	0	0	0	3	0	2
2	2	0	0	57	0	0	0	0	0	1	41	1
3	0	28	17	0	12	3	0	0	0	12	4	1
4	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5	0	2	45	0	0	0	0	0	0	4	1	1
6	12	32	92	0	0	9	2	0	0	19	54	9
7	31	0	9	0	0	0	0	0	0	9	0	2
8	15	35	12	0	0	0	0	0	0	24	0	0
9	3	2	0	17	0	0	0	0	0	0	35	23
10	0	1	35	0	0	0	0	0	0	1	56	0
11	36	7	5	11	0	0	0	0	0	3	2	23
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
13	34	9	0	0	0	16	19	13	27	0	0	22
14	0	0	33	0	0	0	0	0	0	42	4	15
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	41
16	1	0	0	0	0	1	0	0	0	15	45	27
17	11	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0
18	15	2	0	0	0	8	0	0	0	5	3	23
19	46	23	27	24	0	0	0	0	0	2	16	3
20	0	0	0	0	5	2	1	0	0	42	18	0
21	15	0	2	0	3	1	0	0	0	0	0	40
22	0	17	0	8	4	0	0	0	16	36	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	18
24	0	0	2	0	1	3	0	0	0	0	9	0
25	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
26	5	0	0	37	42	0	0	0	0	13	0	0
27	10	2	0	27	45	46	0	0	0	4	7	21
28	3	80	69	0	0	0	0	0	8	0	1	0
29	0		60	0	0	0	0	0	0	0	0	35
30	3		0	0	0	0	0	0	0	0	46	48
31	0		0		0		0	0		0		154

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 23 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2023

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	86	37	11	11	53	0	0	0	0	0	0	8
2	38	2	34	7	17	0	0	0	0	0	0	15
3	12	57	77	10	0	0	0	0	0	5	36	0
4	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	118	17	25	0	0	0	0	0	0	0	0	43
6	8	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	4	13	0	0	5	0	0	0	0	0	26
8	18	53	0	23	2	0	0	0	0	0	0	0
9	15	83	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10	6	1	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0
11	0	62	0	0	54	13	0	0	0	0	24	0
12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	21	0	8	0	0	0	0	0	0	3	0
14	46	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	12	42	0	0	0	0	0	0	80	0
16	22	89	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
17	7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
18	1	2	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0
19	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0
20	5	6	12	0	11	0	0	0	0	0	31	0
21	0	0	25	2	0	0	0	0	0	0	2	0
22	8	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	70	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8
24	0	15	18	0	0	0	0	0	0	0	0	3
25	0	15	0	1	0	0	0	0	0	2	0	45
26	14	32	1	0	7	0	0	0	0	12	12	23
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	29	0
28	2	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	2		0	0	0	0	0	0	0	2	0	9
30	3		0	19	0	0	0	0	0	0	2	0
31	2		0		0		0	0		0		0

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 24 Data Curah Hujan Stasiun DPU Kudus Tahun 2024

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul.	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	57	12	55	0	0	0	0	0	17	0	23	10
2	0	0	63	2	4	0	0	5	0	3	0	3
3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8	62
4	3	5	19	0	0	0	3	0	0	13	0	1
5	25	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
6	0	7	21	25	0	0	0	0	0	0	0	8
7	17	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	21
8	60	0	28	0	0	14	0	0	0	0	0	0
9	0	17	73	46	0	0	0	0	9	0	28	3
10	0	3	10	13	0	0	0	0	0	0	3	33
11	85	3	64	8	11	36	0	0	0	0	4	1
12	0	0	33	13	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	24	137	0	0	16	0	0	0	0	0	22
14	17	0	0	0	0	0	0	0	0	24	18	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
16	52	17	0	0	0	45	0	0	0	0	0	19
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	15	3	47	1	0	0	0	0	0	10	1	0
19	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
21	1	74	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5
22	1	28	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
23	1	0	0	0	0	0	0	0	9	0	7	3
24	0	18	0	61	0	0	0	0	0	0	0	0
25	1	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	18
26	14	0	0	29	0	0	0	0	0	50	0	0
27	7	0	0	0	0	0	0	0	42	2	0	0
28	55	28	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	16	0	0	0	0	0	0	0	0	9	23	21
30	5		0	0	0	0	0	0	0	12	2	0
31	0		0		0		0	0		0		58

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 25 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2014

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	110	11	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
2	8	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	21	5	0	0	0	0	0	0	0	0	50
4	0	50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	24
5	3	9	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
6	17	0	5	32	0	0	0	0	0	0	0	10
7	18	5	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	30	5	13	0	0	17	0	0	0	0	0
9	17	51	5	0	22	0	0	0	0	0	0	86
10	0	10	4	32	0	0	0	5	0	0	13	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
13	19	0	5	0	0	0	37	0	0	0	0	73
14	10	0	2	0	4	0	0	0	0	0	71	0
15	28	0	0	22	0	0	0	0	0	0	3	0
16	25	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	50	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
18	53	0	0	3	9	0	0	0	0	0	0	38
19	106	7	36	0	0	16	0	0	0	0	6	29
20	65	28	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0
21	140	0	10	0	0	0	0	0	6	0	0	45
22	335	0	0	0	0	0	16	3	0	0	0	39
23	122	8	0	0	0	5	0	0	0	0	0	9
24	102	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
26	15	0	0	0	0	0	5	0	0	0	2	0
27	36	0	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0
28	30	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	47
29	105		0	12	0	12	0	0	0	0	30	0
30	27		0	0	0	0	0	11	0	0	77	0
31	13		0		0		0	0		0		18

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 26 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2015

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	29	10	0	15	0	0	0	0	0	0	0	3
2	9	15	3	6	11	0	0	0	0	0	0	0
3	20	0	40	32	0	0	0	0	0	0	0	0
4	23	0	15	0	14	0	0	0	0	0	7	0
5	0	5	76	15	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
7	0	8	0	8	0	7	0	0	0	0	0	10
8	0	34	15	0	0	0	0	0	0	0	0	7
9	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	12
10	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	34	9	0	0	0	0	0	0	0	39	0
12	117	43	60	4	0	0	0	0	0	0	25	0
13	52	33	17	2	0	0	0	0	0	0	0	11
14	27	59	0	4	0	0	0	0	0	0	0	44
15	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
16	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	10
17	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	57
18	15	0	0	20	0	0	0	0	0	0	5	63
19	9	15	0	0	0	0	0	0	0	0	10	14
20	46	20	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	27
22	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	20	10
23	10	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	17	14	10	0	0	0	0	0	0	0	0
26	3	5	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0
27	5	0	7	0	0	0	0	0	0	0	5	0
28	10	0	0	5	0	0	0	0	0	0	7	0
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
31	31		0		0		0	0		0		0

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 27 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2016

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	5	42	78	58	0	0	0	16	0	6	0	0
2	38	14	40	0	0	0	0	0	0	0	3	11
3	0	20	11	0	0	14	0	0	0	0	5	0
4	7	0	0	15	0	0	0	0	0	0	3	16
5	0	24	0	2	0	0	0	0	0	0	5	5
6	10	5	2	0	17	15	0	0	0	0	34	7
7	0	15	5	0	39	0	0	36	0	0	0	5
8	0	20	60	0	0	0	0	0	0	0	3	30
9	0	27	7	5	0	0	20	0	0	20	0	6
10	10	10	0	10	0	0	0	0	0	33	11	9
11	0	38	20	5	5	0	0	0	0	13	3	17
12	5	42	25	0	0	7	0	0	3	0	60	72
13	0	5	0	0	0	0	0	21	0	30	0	0
14	0	0	0	45	0	0	0	6	0	0	0	21
15	0	2	3	0	0	0	0	0	0	57	27	0
16	0	11	0	0	3	15	0	0	0	0	28	0
17	4	5	0	12	17	0	0	0	0	0	11	2
18	0	0	0	0	3	10	0	22	0	15	0	80
19	4	3	0	0	0	6	0	0	0	0	0	8
20	30	0	0	5	0	0	17	0	17	0	0	22
21	2	0	0	24	0	0	0	0	0	13	0	2
22	2	0	63	2	19	0	0	0	0	0	0	29
23	0	32	26	5	0	0	0	0	54	0	0	5
24	21	0	0	2	0	13	0	0	0	36	8	0
25	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	30	37
26	0	10	25	0	11	0	0	0	27	3	26	0
27	0	0	0	14	0	10	0	0	43	21	4	12
28	0	6	0	0	6	3	0	0	38	5	30	0
29	8	5	5	0	0	0	0	0	0	34	3	0
30	0		2	0	4	0	0	3	13	0	13	15
31	28		0		14		12	0		0		0

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 28 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2017

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1	27	20	14	0	0	0	0	0	0	29	5	70
2	18	52	13	0	13	37	0	0	0	32	0	0
3	2	29	7	10	7	19	0	0	0	17	0	0
4	0	10	50	2	5	0	0	0	0	0	0	0
5	5	27	0	0	0	0	0	0	0	0	12	60
6	50	12	0	4	11	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0	5
8	0	65	10	30	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	85	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
10	3	34	0	5	0	0	3	0	0	1	0	0
11	0	33	0	43	0	0	0	0	2	0	0	72
12	10	55	0	6	15	0	0	0	0	0	0	0
13	10	7	0	30	0	35	0	0	0	0	0	3
14	6	39	17	0	0	0	0	0	0	0	60	0
15	20	30	2	0	0	0	0	0	0	0	6	0
16	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
17	2	28	44	0	0	0	0	0	0	90	24	21
18	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
19	0	0	36	0	0	0	5	0	0	0	11	56
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	20
21	72	0	5	0	0	0	25	0	0	0	0	18
22	0	0	5	21	0	0	0	0	0	0	17	43
23	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
24	2	0	0	10	0	0	0	0	0	14	11	0
25	15	60	0	0	0	18	0	0	0	0	14	0
26	15	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
27	28	50	54	0	5	0	0	0	0	0	4	0
28	35	31	25	0	0	30	3	0	2	16	0	13
29	16		0	2	15	0	0	0	0	14	56	0
30	35		0	0	0	0	0	0	3	2	5	0
31	15		49		0		0	0		0		3

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 29 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2018

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	0	28	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0
2	15	15	0	4	0	0	0	0	8	0	0	15
3	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
4	8	30	7	0	0	0	0	0	0	2	9	6
5	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
6	0	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	22	15	0	0	0	0	0	0	0	12	0
8	10	21	17	0	0	0	0	0	0	0	1	5
9	5	28	0	0	0	0	0	0	0	0	11	37
10	3	37	3	0	0	2	0	0	0	0	120	0
11	27	12	19	0	0	0	0	0	0	0	0	5
12	5	38	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	10	30	32	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14	20	38	6	0	0	0	0	0	0	0	6	0
15	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
16	11	50	18	0	0	0	0	0	0	7	7	3
17	2	36	0	0	0	0	0	0	0	5	12	0
18	17	0	0	0	2	0	0	0	0	0	10	0
19	18	2	0	3	0	0	0	0	0	14	0	3
20	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
21	10	9	20	0	0	0	0	0	0	0	20	32
22	20	6	32	0	0	0	0	0	0	0	5	11
23	28	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	10
24	0	53	20	0	11	0	0	0	0	0	0	15
25	30	0	11	0	7	0	0	0	0	0	0	2
26	70	6	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
27	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	20	0	0	5	2	0	0	0	0	6	11	0
29	11		0	0	0	0	0	0	0	0	19	0
30	9		0	0	0	0	0	0	0	0	25	0
31	0		0		0		0	0		0		32

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 30 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2019

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	15	0	0	0	56	0	0	0	0	0	10	5
2	6	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0
3	7	0	15	0	0	0	0	0	0	0	31	0
4	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	2	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	13
6	0	22	12	36	0	0	0	0	0	0	2	0
7	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	10	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
9	15	5	5	0	2	0	0	0	0	0	0	27
10	7	15	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	5	0	13	0	0	0	0	0	0	1	0
12	4	33	3	11	0	0	0	0	0	0	19	15
13	3	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	50	0	5	0	0	0	0	0	0	9	0
15	0	7	0	35	0	0	0	0	0	0	0	20
16	19	3	19	22	0	0	0	0	0	0	0	5
17	44	17	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5
18	60	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10
19	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
20	23	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	4
21	0	33	46	0	0	0	0	0	0	0	0	20
22	24	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	21	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	25	33	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	53	0	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0
26	120	0	2	0	0	0	0	0	0	6	2	22
27	55	0	7	0	0	0	0	0	0	0	18	0
28	35	0	21	0	0	0	0	0	0	6	0	5
29	42		0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0		0	11	10	0	0	0	0	0	0	3
31	3		0		0		0	0		13		10

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 31 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2020

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	28	6	32	11	0	0	0	0	0	33	0	0
2	6	6	3	0	0	0	0	0	0	55	0	2
3	53	8	52	0	6	0	0	0	0	5	5	9
4	2	5	0	3	0	0	6	0	0	0	0	0
5	25	4	0	5	0	0	0	0	11	0	5	0
6	18	7	5	22	0	0	0	0	0	0	4	0
7	33	10	0	17	0	0	0	0	0	0	3	10
8	30	9	11	3	0	2	7	0	0	89	5	44
9	4	19	0	3	0	0	0	0	0	0	0	80
10	10	0	20	4	5	0	0	0	0	0	0	14
11	47	0	0	11	0	0	0	0	0	0	35	74
12	18	12	0	6	0	0	0	0	0	23	4	12
13	50	13	0	16	0	0	0	0	0	0	20	15
14	0	11	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2
15	18	73	0	4	0	0	0	0	46	0	5	16
16	0	18	0	0	0	0	7	5	5	0	20	0
17	43	6	19	0	0	0	0	0	0	0	4	64
18	0	0	17	27	0	0	0	0	0	0	15	10
19	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
20	0	55	3	0	0	0	28	0	0	0	3	71
21	24	38	0	44	40	0	0	0	0	3	0	2
22	35	0	0	0	0	0	2	0	0	73	0	0
23	0	20	0	0	0	0	0	0	38	72	6	0
24	0	56	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0
25	0	32	13	0	0	0	0	0	0	0	0	32
26	15	0	0	0	0	0	0	0	4	6	0	0
27	0	5	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0
28	4	3	0	0	0	0	0	0	23	2	12	6
29	25		0	0	21	0	0	0	0	9	5	2
30	2		10	0	0	0	0	0	0	3	100	11
31	0		4		4		0	0		0		32

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 32 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2021

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	23	12	35	0	0	10	0	0	0	0	0	0
2	35	36	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	15	36	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0
4	5	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	59	0	0	5	0	0	11	0	0	0	0
6	22	24	0	0	0	0	0	0	0	111	5	17
7	0	24	0	56	0	0	0	0	0	0	17	3
8	69	20	20	10	32	0	0	0	12	4	3	0
9	5	25	22	10	0	35	0	0	2	10	0	7
10	33	10	0	4	2	0	0	0	0	0	2	10
11	4	24	0	0	0	0	0	0	4	0	10	0
12	11	18	0	72	0	0	0	0	0	0	0	0
13	12	40	8	0	0	0	0	0	0	0	11	17
14	44	18	0	5	0	0	0	0	5	0	6	0
15	0	18	3	0	0	0	0	0	0	0	13	2
16	11	10	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
17	52	44	0	0	0	31	0	0	0	0	2	31
18	26	0	5	0	46	0	0	0	0	10	62	0
19	80	36	0	0	0	0	0	0	0	0	14	2
20	16	36	30	28	0	0	0	20	0	5	27	0
21	0	30	26	0	0	0	0	0	0	2	0	10
22	3	0	12	0	0	19	0	0	0	0	0	29
23	9	12	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0
24	14	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
25	0	16	0	10	0	0	0	0	5	6	0	0
26	0	0	8	0	0	0	0	0	15	0	25	0
27	50	0	0	0	0	0	0	0	37	0	12	0
28	43	0	0	5	0	23	0	0	0	0	6	48
29	40		24	0	3	0	0	2	0	0	10	0
30	49		0	0	21	0	0	0	0	0	10	0
31	40		40		0		0	0		10		3

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 33 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2022

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	9	0	67	0	0	0	0	0	0	2	0	2
2	0	0	2	51	0	0	0	0	0	0	2	1
3	0	34	3	12	5	5	5	0	0	0	0	1
4	0	0	45	0	25	2	2	0	0	15	0	0
5	5	0	0	23	0	0	0	0	0	11	0	0
6	0	20	0	70	0	4	4	0	9	0	9	10
7	0	32	33	2	0	0	0	0	0	42	25	0
8	2	15	15	15	1	1	1	0	2	13	16	7
9	10	7	5	16	0	0	0	0	0	2	5	0
10	2	11	70	0	0	2	0	0	2	2	12	33
11	44	5	2	0	0	0	0	0	0	0	52	0
12	54	10	0	5	0	20	20	0	0	0	2	19
13	44	2	2	12	0	0	0	0	0	0	0	2
14	0	0	0	0	0	0	0	7	13	18	1	20
15	8	0	46	0	0	0	0	0	0	42	13	0
16	5	9	2	20	2	2	0	4	0	28	15	
17	13	9	0	0	0	0	0	0	3	5	30	
18	32	9	0	0	0	6	6	0	0	3	5	15
19	44	19	25	10	0	0	0	0	0	7	10	2
20	90	0	0	2	12	0	0	0	0	57	7	0
21	24	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0
22	0	33	0	0	0	0	0	0	0	48	0	64
23	0	8	7	0	0	0	0	0	8	19	19	3
24	0	0	2	0	0	6	6	0	0	0	2	15
25	20	8	0	3	10	4	4	0	0	2	0	35
26	11	2	0	37	0	25	25	0	0	25	2	34
27	14	0	20	0	70	15	15	0	3	14	1	19
28	5	76	0	38	0	20	20	2	0	0	27	7
29	4		0	0	0	0	0	0	0	0	1	37
30	2		0	0	0	0	0	0	0	0	40	30
31	0		0		0		0	0		0		96

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 34 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2023

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	2	29	100	5	15	0	0	0	0	0	0	18
2	29	55	60	11	0	0	0	0	0	0	0	23
3	2	55	0	0	3	0	0	0	0	1	40	0
4	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	33	22	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	19	13	0	12	0	30	0	0	0	0	49
8	5	23	0	0	0	0	2	0	0	0	0	18
9	23	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	15	4
11	0	15	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	24	0	0	59	15	0	0	0	0	19	0
13	12	0	3	0	2	2	0	0	0	0	2	0
14	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	10	18	21	25	0	0	0	0	0	3	12	2
16	0	120	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
17	10	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	6	0	2	0	0	0	0	0	14	0	0	0
19	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0
20	7	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
21	0	30	35	3	0	0	0	0	0	0	27	0
22	16	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
24	14	25	9	0	0	0	0	0	0	0	0	6
25	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
26	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	26
27	40	18	0	0	0	0	0	0	0	0	57	40
28	5	79	2	0	0	0	0	0	0	0	4	2
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0		0	28	0	0	0	0	0	0	0	12
31	0		0		0		0	0		0		0

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus

Lampiran 1. 35 Data Curah Hujan Stasiun Kedung Gupit Tahun 2024

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	62	32	77	26	0	0	0	0	0	10	16	0
2	0	0	18	71	0	0	0	0	17	0	15	0
3	0	3	7	22	3	26	0	7	14	8	4	0
4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0
5	0	0	22	0	0	0	8	0	0	0	3	0
6	21	5	22	0	0	0	0	0	0	0	12	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
8	64	20	0	2	0	5	0	0	0	0	26	0
9	10	5	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0
10	6	0	49	0	0	0	0	0	9	21	3	0
11	3	3	21	4	0	0	0	0	4	0	41	0
12	0	14	22	0	16	10	0	0	0	0	13	0
13	40	0	70	18	0	0	0	0	0	0	15	0
14	0	0	120	0	0	5	0	0	0	0	24	0
15	0	0	112	0	0	0	0	0	0	32	14	0
16	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	32
17	0	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	11	17	14	3	0	0	0	0	0	0	50	0
19	10	4	2	0	0	0	0	0	0	25	0	10
20	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
21	10	12	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
22	15	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
23	2	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	8
24	0	0	12	4	46	0	0	0	0	0	22	0
25	2	2	19	3	0	0	0	0	0	0	18	22
26	18	8	0	0	0	28	3	0	48	0	0	0
27	5	7	0	0	0	0	0	0	52	48	0	0
28	71	42	31	0	0	0	0	0	0	0	5	0
29	17	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	17
30	6		0	0	0	0	0	0	0	12	17	0
31	0		12		0		0	0		0		6

Sumber : Dinas PUPR Kab. Kudus