

YAYASAN PENDIDIKAN DAYANG SUMBI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

Jl. PHH Mustapa 23, Bandung 40124 Indonesia, Telepon: +62-22-7272215 ext 157, Fax: 022-720 2892
Web site: <http://www.itenas.ac.id>, e-mail: ipp@itenas.ac.id

SURAT KETERANGAN
MELAKUKAN KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
345/A.01/TL-FTSP/Itenas/VIII/2023

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Dr. M. Rangga Sururi, S.T., M.T.
Jabatan : Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Itenas
NPP : 40909

Menerangkan bahwa,

Nama : Fauzi Fadlurrohman
NRP : 252017037
Email : 9c.fauzifadlurrohman@gmail.com

Telah melakukan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat sebagai berikut:

Nama Kegiatan : Evaluasi Efisiensi Normalisasi Sungai Cimande Dalam Upaya Penanggulangan Banjir Rancaekek
Tempat : Unit Hidrologi, Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citarum
Waktu : September 2020 – Maret 2021
Sumber Dana : Mandiri

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, Agustus 2023

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan
Itenas,

(Dr. M. Rangga Sururi, S.T., M.T.)
NPP. 40909

**EVALUASI EFISIENSI NORMALISASI SUNGAI
CIMANDE DALAM UPAYA PENANGGULANGAN
BANJIR RANCAEKEK**

LAPORAN KERJA PRAKTEK



Oleh:

FAUZI FADLURROHMAN

252017037

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
BANDUNG
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

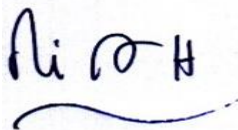
**EVALUASI EFISIENSI NORMALISASI SUNGAI
CIMANDE DALAM UPAYA PENANGGULANGAN
BANJIR RANCAEKEK**

LAPORAN KERJA PRAKTEK

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Mata Kuliah (TLA-490) Kerja Praktek pada
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Bandung

Bandung, 06 September 2021
Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing



Dr. Eng. Dyah Asri H.T., S.T., M.T.

Koordinator Kerja Praktek



Dr. Eng., Candra Nugraha

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan



Dr. M. Rangga Sururi, S.T., M.T.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan laporan kerja praktek ini. Penulisan laporan kerja praktek ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memenuhi mata kuliah kerja praktek. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa kegiatan kerja praktek sampai pada penyusunan laporan kerja praktek ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan laporan kerja praktek ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada

1. Ibu Dr. Eng. Dyah Asri H.T., S.T., M.T, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan laporan kerja praktek ini;
2. Pihak Balai Besar Wilayah Sungai Citarum (BBWS) yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
3. Pak Yudi, Pak Basir, Pak Jaka, Pak Harri, Pak Ricky, Pak Aji, Ibu Dewi, dan Ibu Gea dari Unit Hidrologi yang telah memberikan wawasan dan pengalaman dalam kegiatan kerja praktek ini;
4. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
5. Triana dan Wisnu yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan laporan kerja praktek ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan kerja praktek ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Bandung, Maret 2021

Fauzi Fadlurrohman

ABSTRAK

Nama : Fauzi Fadlurrohman
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Evaluasi Efisiensi Normalisasi Sungai Cimande Dalam Upaya Penanggulangan Banjir Rancaekek
Pembimbing : Dr. Eng. Dyah Asri H.T., S.T., M.T

Rancaekek merupakan salah satu wilayah di Kabupaten Bandung yang sering terjadi banjir saat musim hujan tiba. Banjir yang terjadi disebabkan oleh saluran drainase yang kurang baik dan kondisi badan air penerima mengalami perubahan dimensi. Hal tersebut mengakibatkan mekanisme pengaliran air hujan sulit dilakukan. Guna mengatasi kejadian banjir tersebut, Pemerintah Provinsi Jawa Barat melakukan normalisasi sungai yang ada di sekitar wilayah Rancaekek, salah satunya Sungai Cimande.

Normalisasi Sungai Cimande merupakan bagian dari rangkaian program pengelolaan DAS Citarum ini direncanakan dapat mengalirkan debit air sebesar 35-50 m³/s dari yang sebelumnya 4,5-5 m³/s. Menindaklanjuti upaya penanggulangan banjir yang telah dilakukan, perlu adanya kajian untuk melihat seberapa besar dampak upaya pengendalian terhadap banjir yang terjadi. Proses pengkajian dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan data perencanaan yang dikaitkan dengan kriteria desain saluran terbuka, yang selanjutnya akan di visualisasikan menggunakan *software* HEC RAS 4.1.

Berdasarkan hasil analisis, penampang Sungai Cimande sudah sesuai dengan kriteria desain saluran terbuka dan mampu mengalirkan debit air dengan baik. Debit air yang dapat dialirkan berkisar 23-30 m³/s, berbeda dengan yang direncanakan berkisar 35-50 m³/s. Walau begitu terjadi peningkatan 4-7 kali lipat atau ±65 % dari debit air sungai sebelum dilakukannya normalisasi, yaitu 4-5 m³/s.

Kata kunci : Banjir, Normalisasi, Debit, Rancaekek, Sungai Cimande, HEC RAS

ABSTRACT

Name : Fauzi Fadlurrohman
Study Program : Environmental Engineering
Title : Evaluation of Cimande River Normalization Efficiency in Rancaekek Flood Prevention Efforts
Counsellor : Dr. Eng. Dyah Asri H.T., S.T., M.T

Rancaekek is one of the areas in Bandung Regency where floods often happen during the rainy season. Floods that occur are caused by poor drainage channels and dimension changes of the receiving water bodies over the course of flooding episodes. This makes the rainwater drainage mechanism difficult. In order to deal with the flood, the West Java Provincial Government normalized rivers around the Rancaekek area, one of which was the Cimande River.

The normalization of the Cimande River is part of a series of programs for the management of the Citarum watershed, which is planned to be able to flow a water discharge 35-50 m³/s from the previous 4.5-5 m³/s. Following up on the flood mitigation efforts that have been carried out, it is necessary to have a study to see how much impact control measures have had on the floods that have occurred. The assessment process is carried out quantitatively by using planning data linked to the open channel design criteria, which will then be visualized using the HEC RAS 4.1 software.

Based on the results of the analysis, the cross-section of the Cimande River is in accordance with the design criteria for an open channel and is able to drain water well. The flowable water discharge ranges from 23-30 m³ / s, in contrast to the planned range of 35-50 m³/s. Even so, there was an increase of 4-7 times or ±65 % the river water discharge before normalization was carried out, namely 4-5 m³/s.

Keywords : Flood, Normalization, Discharge, Rancaekek, Cimande River, HECRAS

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Maksud & Tujuan.....	I-2
1.2.1 Maksud	I-2
1.2.2 Tujuan	I-2
1.3 Ruang Lingkup.....	I-2
1.4 Waktu & Tempat Praktek Kerja.....	I-2
1.5 Sistematika Penulisan.....	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1 Sistem Drainase Perkotaan.....	II-1
2.1.1. Sistem Drainase Minor & Mayor	II-1
2.1.2. Sistem Drainase Konvensional & Berwawasan Lingkungan .	II-2
2.2 Permasalahan drainase	II-4
2.2.1 Penyebab Alami.....	II-4
2.2.2 Penyebab Campur Tangan Manusia	II-4
2.3 Analisa Hidrolika	II-5
2.4 Normalisasi.....	II-9
2.5 HEC RAS	II-10
BAB III GAMBARAN UMUM	III-1
3.1 Balai Besar Wilayah Sungai Citarum.....	III-1
3.1.1 Sejarah Balai Besar Wilayah Sungai Citarum	III-1

3.1.2	Visi & Misi Balai Besar Wilayah Sungai Citarum	III-1
3.1.3	Kegiatan Balai Besar Wilayah Sungai Citarum.....	III-2
3.1.4	Struktur organisasi	III-3
3.1.5	Tujuan Dan Fungsi Balai Besar Wilayah Sungai Citarum	III-5
3.1.6	Sistem Kerja.....	III-7
3.2	Sungai Cimande	III-8
3.2.1	Debit Air	III-10
3.2.2	Tinggi Muka Air	III-11
3.3	Perencanaan Normalisasi Sungai Cimande.....	III-12
3.3.1	Dasar Perencanaan	III-12
3.3.2	Peta Perencanaan Normalisasi Sungai.....	III-13
BAB IV METODOLOGI.....		IV-1
4.1	Uraian Pelaksanaan Praktek Kerja	IV-2
4.1.1	Identifikasi Masalah.....	IV-2
4.1.2	Studi Literatur	IV-2
4.1.3	Pengumpulan Data.....	IV-2
4.1.4	Analisa Data.....	IV-2
4.1.5	Kesimpulan dan Saran	IV-3
BAB V ANALISA & PEMBAHASAN		V-1
5.1	Analisis Banjir.....	V-1
5.2	Perhitungan Debit Baru	V-2
5.3	Perbandingan Debit	V-7
5.4	Analisa Program	V-12
BAB VI KESIMPULAN		VI-1
6.1	Kesimpulan.....	VI-1
6.2	Saran.....	VI-1
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Nilai Koefisien Manning	II-7
Tabel 2.2 Nilai Kemiringan Saluran Yang Dianjurkan	II-8
Tabel 2.3 Besaran Penampang Hidrolis Optimum	II-9
Tabel 3.1 Debit Air Sungai Cimande Tahun 2015-2019	III-10
Tabel 3.2 Nilai Debit Ekstrem Yang Tercatat Selama 2015-2019	III-11
Tabel 3.3 Tinggi Muka Air Sungai Cimande 2015 – 2019	III-11
Tabel 3.4 Data Perencanaan Proyek Normalisasi Sungai Cimande	III-12
Tabel 5.1 Data Kejadian Banjir di Rancaekek tahun 2020-2021	V-2
Tabel 5.2 Rekapitulasi Perhitungan Debit Desain Sungai Cimande Segmen C2 STA 0	V-4
Tabel 5.2 Rekapitulasi Perhitungan Debit Desain Sungai Cimande Segmen C2 STA 0 (lanjutan)	V-4

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Struktur Organisasi BBWS Citarum	III-4
Gambar 3.2 Struktur Organisasi Unit Hidrologi dan Kualitas Air	III-5
Gambar 3.3 Diagram Alir pada Sistem Kerja BBWS Citarum	III-7
Gambar 3.4 Peta Bahaya Banjir	III-9
Gambar 3.5 Debit Aliran Sungai Terukur	III-10
Gambar 3.6 Tinggi Muka Air Sungai Terukur	III-11
Gambar 3.7 Peta Perencanaan Normalisasi Sungai Cimande	III-14
Gambar 4.1 Diagram Alir Kegiatan Penyusunan Laporan Kerja Praktek	IV-1
Gambar 5.1 Detail Gambar Potongan Segmen C2 STA 0	V-2
Gambar 5.2 Bentuk Penampang Sungai Setelah Normalisasi	V-2
Gambar 5.3 Komposisi Penyusun Turap pada Dinding Penampang Sungai Cimande	V-5
Gambar 5.4 Penampang Sungai Cimande Sebelum Normalisasi di samping Jl. Warung Cina	V-6
Gambar 5.5 Penampang Sungai Cimande Hasil Normalisasi	V-6
Gambar 5.6 Hasil Analisa HEC RAS 4.1 Bagian Hulu Cimande Debit Perhitungan	V-9
Gambar 5.7 Hasil Analisa HEC RAS 4.1 Bagian Tengah Cimande Debit Perhitungan	V-9
Gambar 5.8 Hasil Analisa HEC RAS 4.1 Bagian Hilir Cimande Debit Perhitungan	V-10
Gambar 5.9 Hasil Analisa HEC RAS 4.1 Bagian Hulu Cimande Debit Pra – Desain	V-10

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal (Suripin, 2004).

Rancaekek merupakan salah satu wilayah di Kabupaten Bandung yang sering terjadi banjir saat musim hujan tiba. Banjir yang terjadi disebabkan oleh saluran drainase yang kurang baik dan kondisi badan air penerima mengalami perubahan dimensi. Hal tersebut mengakibatkan mekanisme pengaliran air hujan sulit dilakukan.

Pemerintah Provinsi Jawa Barat telah memberikan solusi untuk mengatasi masalah banjir tersebut. Solusi tersebut berupa upaya secara struktural melalui pembangunan sarana fisik dan non-struktural dengan menggalakkan penghijauan. Untuk wilayah Rancaekek sendiri telah dilakukan upaya normalisasi Sungai Cimande, Cikijing, dan Sungai Cikeruh. Sejauh ini upaya yang telah dilakukan belum terlihat optimal, mengingat musim hujan yang saat ini terjadi tidak menentu (Supriyanto, 2013).

Guna melihat optimalisasi dari upaya normalisasi Sungai Cimande, dilakukan evaluasi dari desain perencanaan normalisasi sungai tersebut. Evaluasi yang dilakukan secara kuantitatif dengan cara melakukan perhitungan ulang dimensi penampang sungai setelah normalisasi yang selanjutnya akan dibandingkan kemampuan mengalirkan debit air hujan dengan data debit air hujan yang tercatat, serta dibandingkan dengan kaidah drainase saluran terbuka. Dengan adanya evaluasi secara teoretis tersebut, diharapkan menjadi kabar baik untuk masyarakat wilayah Rancaekek yang sering mengalami banjir.

1.2 Maksud & Tujuan

1.2.1 Maksud

Maksud dari pelaksanaan kerja praktek ini adalah untuk melakukan evaluasi terhadap efisiensi normalisasi Sungai Cimande.

1.2.2 Tujuan

Tujuan dari pelaksanaan kerja praktek adalah :

- Menganalisa terjadinya banjir di wilayah Rancaekek, Kabupaten Bandung.
- Mengevaluasi desain perencanaan normalisasi Sungai Cimande.
- Membandingkan nilai debit pra-desain dan desain normalisasi Sungai Cimande.
- Mengevaluasi program normalisasi Sungai Cimande terhadap upaya pengendalian banjir Rancaekek.

1.3 Ruang Lingkup

a. Lingkup Wilayah Perencanaan

Wilayah perencanaan berada di Kecamatan Rancaekek, Kabupaten Bandung.

b. Lingkup Materi Perencanaan

- Detail perencanaan normalisasi Sungai Cimande
- Perhitungan debit aliran Sungai Cimande sebelum dan setelah normalisasi
- Analisa efisiensi pengaliran air pada Sungai Cimande
- Analisa program normalisasi pada Sungai Cimande

1.4 Waktu & Tempat Praktek Kerja

Pelaksanaan praktek kerja dilakukan selama 25 hari kerja sesuai dengan ketentuan yang oleh BBWS Citarum, dengan waktu pelaksanaan pada 11 September 2020 sampai dengan 11 Oktober 2020, yang berlokasi di Jl. Inspeksi Cidurian Soekarno-Hatta Stasiun 5600, Cipamokolan, Rancasari, Bandung 40292.

1.5 Sistematika Penulisan

Sesuai dengan tujuan pelaksanaan praktek kerja, ruang lingkup pembahasan laporan praktek kerja ini disusun dengan sistematika sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang uraian mengenai latar belakang praktek kerja, maksud dan tujuan praktek kerja, ruang lingkup praktek kerja, metodologi, waktu dan tempat praktek kerja, serta sistematika penulisan dari praktek kerja.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisikan tentang teori-teori dasar dari literatur mengenai drainase berwawasan lingkungan terkait normalisasi sungai yang dapat digunakan sebagai acuan dalam pembahasan dan uraian.

Bab III Gambaran Umum

Penjelasan mengenai gambaran umum perusahaan yang meliputi sejarah umum, visi misi perusahaan, struktur organisasi, tujuan dan fungsi, dan sistem kerja perusahaan. Serta gambaran umum wilayah yang meliputi debit Sungai Cimande, tinggi muka air Sungai Cimande, dan data perencanaan normalisasi Sungai Cimande.

Bab IV Metodologi

Penjelasan terkait Pelaksanaan praktek kerja di BBWS Citarum dilakukan beberapa tahapan dari pengumpulan data hingga penulisan laporan kerja praktek.

Bab V Analisis dan Pembahasan

Pemaparan hasil pengamatan dan analisis dari evaluasi terkait efisiensi normalisasi Sungai Cimande terhadap potensi banjir Rancaekek.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Penjelasan mengenai kesimpulan dari evaluasi efisiensi normalisasi Sungai Cimande terhadap potensi banjir Rancaekek.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Drainase Perkotaan

Drainase perkotaan adalah sistem prasarana drainase dalam wilayah kota yang intinya berfungsi selain untuk mengendalikan dan mengalirkan limpasan air hujan yang berlebihan dengan aman, juga untuk mengendalikan dan mengalirkan kelebihan air lainnya yang mempunyai dampak mengganggu dan/atau mencemari lingkungan perkotaan, yaitu air buangan atau air limbah lainnya (Kamila, 2016).

2.1.1. Sistem Drainase Minor & Mayor

Urbanisasi di sekitar lembah sungai sanggup menaruh perubahan terhadap topografi & tata guna lahan pada sekitarnya. Perubahan tersebut jika tidak direncanakan, didesain, & diterapkan dengan baik akan membawa kerusakan yang besar bagi lingkungannya. Untuk alasan ini, instansi pemerintah, perencana, & pakar teknik bekerja sama guna menyusun strategi untuk pembangunan wilayah perkotaan beserta sistem drainasinya. Sistem drainase terbagi menjadi jenis, yaitu sistem drainase minor & mayor (Syarifudin, 2017).

a. Sistem Drainase Minor

Drainase minor adalah bagian dari keseluruhan sistem drainase yang mengumpulkan air dari hulu dan mengalirkannya ke drainase mayor. Sistem ini mewakili jaringan drainase perkotaan yang tertutup oleh daerah perkembangan perkotaan, seperti *real estate*. Drainase minor mengumpulkan air hujan dan uni tersebut dan mengalirkannya ke drainase mayor melalui sebuah *outlet*. *Outlet* tersebut merupakan akhir dan drainase minor (Syarifudin, 2017).

b. Sistem Drainase Mayor

Drainase mayor mengumpulkan air hujan dari sistem drainase minor dan mengalirkannya ke *outlet* yang bermuara di sungai atau lautan. Drainase ini terdiri dari sungai alam, aliran sungai saluran

buatan, dan lain-lain. Hal ini merupakan kunci pokok bagi drainase perkotaan yang bagus. karena harus bisa mengakomodasikan air hujan kurang dari frekuensi badai yang ada, tergantung dari kepentingan daerah perkotaan yang dilayaninya. Sistem ini mewakili jaringan drainase sebuah daerah perkotaan kabupaten atau kota yang bertanggung jawab terhadap pengelolaan, pengoperasian, dan pemeliharannya (Syarifudin, 2017).

2.1.2. Sistem Drainase Konvensional & Berwawasan Lingkungan

a. Sistem Drainase Konvensional

Drainase konvensional adalah upaya membuang atau mengalirkan kelebihan air secepat-cepatnya ke sungai terdekat. Dalam konsep ini air hujan yang jatuh ke suatu wilayah harus secepat-cepatnya dibuang ke sungai dan seterusnya mengalir ke laut. Di daerah perkotaan, drainase konvensional dibuat dengan cara membuat saluran-saluran lurus terpendek menuju sungai guna mengharuskan kawasan tersebut secepat-cepatnya. Pada areal pertanian ataupun perkebunan biasanya dibangun saluran drainase air hujan menyusuri lembah memotong garis kontur dengan kemiringan yang terjal. Semua air hujan dialirkan secepat-cepatnya ke sungai terdekat tanpa diupayakan agar air mempunyai kesempatan cukup untuk meresap ke dalam tanah (Hasmar, 2002).

b. Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan

Sistem Drainase ramah lingkungan adalah upaya mengatur air hujan yang jatuh di suatu wilayah DAS dengan menyerupai apa yang terjadi secara alami dan ramah lingkungan. Sistem ini mencegah banyak masalah dari limpasan air permukaan dengan mengurangi dampak dari kuantitas aliran air berlebih (Priyanto, 2016). Dalam konsep ini, kelebihan air pada musim hujan dikelola sedemikian rupa sehingga tidak mengalir secepatnya ke dalam sungai, tetapi diusahakan meresap ke dalam tanah guna

meningkatkan kandungan air tanah untuk cadangan musim kemarau (Syarifudin, 2017).

Terdapat sejumlah metode sistem drainase yang ramah lingkungan, yaitu :

- Kolam retensi

Kolam ini dibuat untuk menampung air hujan dengan terlebih dahulu diresapkan dan sisanya dialirkan ke sungai secara perlahan-lahan. Kolam ini dapat dibuat dengan memanfaatkan topografi rendah, daerah-daerah bekas galian pasir/material lainnya, atau dengan menggali suatu areal atau bagian tertentu. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk keperluan tertentu lainnya, seperti pada perumahan (*real estate*). Kolam ini dapat digunakan juga sebagai objek rekreasi bagi masyarakat sekitarnya. Untuk pertanian dan perkebunan (Syarifudin, 2017).

- Sumur resapan

Merupakan metode yang praktis dengan cara membuat sumur-sumur untuk mengalirkan air hujan pada suatu kawasan. Konstruksi sumur disesuaikan dengan kondisi lapisan tanah (Syarifudin, 2017).

- *River side polder*

Metode ini menahan air dengan mengelola/menahan kelebihan air hujan di sepanjang bantaran sungai. Pembuatan polder ini dilakukan dengan memperlebar bantaran sungai di berbagai tempat secara selektif di sepanjang sungai. Pembuatan polder diusahakan secara alamiah, dalam arti bukan polder dengan pintu hidraulik teknis dan tanggul-tanggul lingkaran hidraulik yang mahal. Pada saat muka air naik (banjir) sebagian air akan mengalir ke polder dan akan keluar jika banjir reda sehingga banjir di hilir dapat dikurangi dan konservasi air tetap terjaga (Syarifudin, 2017).

2.2 Permasalahan drainase

Masalah banjir yang kerap kali terjadi pada kawasan perkotaan umumnya disebabkan oleh ketidakmampuan sistem drainase untuk menampung debit air. Pengembangan drainase kerap kali mengalami kesulitan dikarenakan kondisi topografi yang datar, pengembangan kota di kawasan resapan air, curah hujan yang tinggi, serta rusak/hilangnya kawasan resapan air. Banjir yang terjadi pada suatu kawasan dapat disebabkan oleh faktor alami maupun adanya campur tangan manusia (Syarifudin, 2017).

2.2.1 Penyebab Alami

a. Kemiringan sungai

Kemiringan sungai menyebabkan pengaliran air hujan menjadi lambat, sehingga menyebabkan adanya sedimentasi pada penampang sungai yang akhirnya mengganggu pengaliran air masuk ke drainase utama

b. Intensitas hujan tinggi

Intensitas hujan suatu kawasan akan berbeda dengan kawasan lainnya. Hal inilah yang menjadi faktor utama dari terjadinya banjir pada suatu kawasan, maka perlu perencanaan sistem drainase dengan memperhitungkan intensitas curah hujan.

c. Penurunan muka tanah

Penarikan air tanah yang terjadi secara berulang dapat mengakibatkan penurunan muka tanah. Hal tersebut terjadi karena saat penarikan, air tanah yang mengisi rongga sebagai penyangga ikut tertarik dan mengakibatkan penurunan muka tanah.

d. Pendangkalan

2.2.2 Penyebab Campur Tangan Manusia

a. Budaya masyarakat

Budaya masyarakat yang tidak mendukung kebersihan menjadi salah satu faktor terjadinya banjir. Dengan tidak membuang sampah ke tempatnya, dapat memicu banjir akibat penyumbatan saluran drainase yang ada.

b. Desain bangunan pendukung drainase tidak optimal

Gorong-gorong merupakan bangunan pendukung saluran drainase, namun desain yang tidak optimal dapat memicu banjir karena menyebabkan hilangnya tekanan hidrolis yang besar atau memicu naiknya permukaan air.

c. Pertemuan saluran drainase yang kurang baik

Pertemuan saluran drainase haruslah diatur secara baik, agar tidak terjadi aliran yang saling bertubrukan dan mengakibatkan naiknya muka air.

d. Pembuatan bangunan silang

Pembuatan bangunan silang dapat mengurangi optimalisasi saluran drainase. Hal ini kerap terjadi, di mana masyarakat mengambil lahan untuk saluran drainase dan dijadikan jalan atau pelataran rumah/toko.

2.3 Analisa Hidrolika

Pada aliran saluran terbuka untuk penyederhanaan dianggap bahwa aliran sejajar, kecepatannya beragam dan kemiringan kecil. Dalam hal ini permukaan air merupakan garis derajat hidraulik dan dalamnya air sama dengan tinggi tekanan. Meskipun kedua jenis aliran hampir sama, penyelesaian masalah aliran dalam saluran terbuka jauh lebih sulit dibandingkan dengan aliran dalam pipa tekan, oleh karena kedudukan permukaan air bebas cenderung berubah sesuai dengan waktu dan ruang, dan juga bahwa kedalaman aliran, debit, kemiringan dasar saluran dan kedudukan permukaan bebas saling bergantung satu sama lain (Edisono, 1997).

Sungai merupakan contoh saluran terbuka yang berperan untuk menampung dan mengangkut air banjir. Pada saluran sungai kerap kali terjadi erosi, agar erosi minimum maka kecepatan aliran dalam alur drainase tidak boleh melebihi nilai rancangan yang diizinkan. Jika dasar yang ada lebih curam dari kemiringan dasar rencana alur drainase, maka bangunan terjunan ditetapkan untuk menyesuaikan perbedaan elevasi. Dipilih alur drainase yang relatif

dalam dan sempit karena sedimen cenderung mengendap dalam alur lebar yang menyebabkan *meandering* jika lebar dasar terlalu besar (Edisono, 1997).

Dalam merencanakan suatu bangunan drainase, digunakan beberapa persamaan dan kriteria desain sebagai berikut :

a. Kapasitas saluran

Kapasitas saluran merupakan kemampuan saluran untuk menampung air hujan yang dialirkan. Untuk menghitung kapasitas saluran, dipergunakan persamaan kontinuitas dan rumus Manning, sebagai berikut :

$$Q = A \times v \quad (1)$$

di mana:

Q = Debit pengaliran (m³/s)

A = Luas penampang basah (m²)

v = Kecepatan rata-rata dalam saluran (m/s)

b. Kecepatan aliran

Penentuan kecepatan aliran air di dalam saluran yang direncanakan didasarkan pada kecepatan minimum yang diperbolehkan agar konstruksi saluran tetap aman. Kriteria desain untuk parameter kecepatan adalah 0,3 – 3 m/s. Untuk menghitung kecepatan saluran digunakan persamaan Manning, yaitu :

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{2}{3}} \quad (2)$$

di mana :

v = Kecepatan aliran (m/s)

n = Koefisien kekasaran Manning

R = Jari-jari hidrolis

S = Kemiringan memanjang saluran (%)

c. Koefisien kekasaran

Suatu saluran tidak harus memiliki nilai *n* saja untuk setiap keadaan. Nilai *n* sangat bervariasi dan tergantung pada beberapa faktor, seperti bahan

penyusun, bentuk cetakan, dan lain-lain (Adlyatma, 2018). Nilai koefisien Manning dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Nilai Koefisien Manning

Jenis Saluran	Bagus sekali	Bagus	Cukup	Jelek
Saluran Buatan				
1. Saluran tanah, lurus teratur	0.017	0.020	0.023	0.025
2. Saluran tanah, digali alat besar	0.023	0.028	0.030	0.040
3. Seperti 1, tetapi dibatuan	0.023	0.030	0.030	0.035
4. Seperti 3, tidak lurus, tak teratur	0.035	0.040	0.045	-
5. Seperti 4, dengan ledakan, sisi vegetasi	0.025	0.030	0.035	0.040
Saluran Buatan				
5. Seperti 4, dengan ledakan, sisi vegetasi	0.025	0.030	0.035	0.040
6. Dasar tanah, sisi batu belah	0.028	0.030	0.033	0.035
7. Saluran berbelok-belok, v rendah	0.020	0.025	0.028	0.030
Saluran Alami				
1. Bersih, lurus, tanpa gundukan pasir dan tanpa lubang	0.025	0.028	0.030	0.033
2. Seperti 1, sedikit vegetasi dan kerikil	0.030	0.033	0.035	0.040
3. Belok-belok, bersih, sedikit gundukan pasir dan lubang	0.033	0.040	0.040	0.045
4. Seperti 3, dangkal, kurang teratur	0.040	0.045	0.040	0.055
5. Seperti 3, sedikit vegetasi dan batu	0.035	0.040	0.045	0.050
6. Seperti 4, sedikit ada penampang batuan	0.045	0.050	0.055	0.060
7. Lambat, banyak vegetasi dan lubang dalam	0.050	0.060	0.070	0.080
8. Banyak vegetasi tinggi dan lebat	0.075	0,06944	0,08681	0,10417
Saluran Pasangan				
1. Pasangan batu kosong	0.025	0.030	0.033	0.035
2. Seperti 1, dengan adukan	0.017	0.020	0.025	0.030
3. Beton tumbuk	0.014	0.016	0.019	0.021
4. Beton, sangat halus	0.010	0.011	0.012	0.013
5. Beton biasa, cetakan baja	0.013	0.014	0.014	0.015
6. Seperti 5, cetakan kayu	0.015	0.016	0.016	0.018

Sumber : (Kinori, 1970)

d. Kemiringan saluran

Saluran yang baik yaitu saluran yang memiliki nilai kemiringan yang tidak curam maupun landai. Nilai kemiringan sangat berpengaruh terhadap nilai kecepatan pada suatu saluran. Nilai kecepatan dalam saluran dapat sesuai dengan yang diizinkan, tentunya memiliki nilai kemiringan yang pas. Nilai kemiringan yang tidak pas, dapat menyebabkan kerusakan pada saluran (Wesli, 2008). Nilai kemiringan saluran dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Nilai Kemiringan Saluran Yang Dianjurkan

Kemiringan Saluran (%)	Kecepatan rata-rata (m/s)
< 1	0,4
1 - < 2	0,6
2 - < 4	0,9
4 - < 6	1,2
6 - < 10	1,5
10 - < 15	2,4

Sumber : (Wesli, 2008)

e. Penampang sungai

Sejatinya suatu saluran kerap kali terkena erosi yang mengakibatkan perubahan bentuk saluran. Hampir semua saluran yang tahan akan erosi merupakan saluran buatan yang diberi lapisan tertentu yang tidak mudah mengalami erosi. Dalam sebuah perencanaan saluran kerap kali mengacu pada beberapa faktor (Edisono, 1997). Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan bentuk saluran yaitu :

- Tata guna lahan yang akan berpengaruh terhadap ketersediaan tanah.
- Kemampuan pengaliran dengan memperhatikan bahan saluran.
- Kemudahan pembangunan konstruksi dan pemeliharaan.
- Nilai estetika.

Adapun bentuk-bentuk penampang saluran yang umum digunakan dalam merencanakan saluran drainase, yaitu :

- Trapesium
 Berfungsi menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi kecil. Umumnya digunakan pada kawasan dengan lahan yang luas.
- Segi empat
 Berfungsi untuk menyalurkan limpasan air hujan dengan debit besar yang sifat alirannya menerus dengan fluktuasi kecil. Umumnya digunakan pada kawasan dengan minim lahan.
- Setengah lingkaran

Berfungsi untuk menyalurkan air hujan dengan debit yang kecil. Umumnya digunakan untuk saluran rumah penduduk dan pada sisi jalan yang padat penduduk.

- Segitiga

Berfungsi untuk menyalurkan air hujan dengan debit kecil juga banyak mengandung endapan. Umumnya digunakan pada lahan yang terbatas (Wesli, 2008).

Bila saluran dengan kekasaran n , kemiringan S , dan luas penampang basah tertentu mencapai debit maksimum, maka agar daya angkut aliran maksimal tercapai, penampang basah itu harus memiliki bentuk dengan jari-jari hidrolis maksimum pula. Bentuk penampang yang seperti ini disebut penampang/profil hidrolis umum (PHO). Jenis – jenis penampang dengan besaran-besaran hidrolis optimumnya dapat dilihat pada tabel berikut. Besaran nilai penampang hidrolis dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Besaran Penampang Hidrolis Optimum

No	Penampang	A	P	R	B	D
1	Trapesium setengah heksagonal	$D2\sqrt{3}$	$2d\sqrt{3}$	$(1/2)d$	$(4/3)d\sqrt{3}$	$(3/4)d$
2	Empat persegi panjang setengah bujur sangkar	$2d^2$	$4d$	$(1/2)d$	$2d$	d
3	Segi tiga setengah bujur sangkar	d^2	$2d\sqrt{3}$	$(1/4)d\sqrt{2}$	$2d$	$(1/2)d$
4	Setengah lingkaran	$(1/2)\pi d^2$	Π	$(1/2)d$	$2d$	Π

Sumber : (Chow, 1959)

2.4 Normalisasi

Prinsip untuk mengatasi banjir sungai ini adalah di bagian hulu menahan sebanyak-banyaknya air untuk mengurangi air yang mengalir ke hilir agar sungai masih mampu untuk mengalirkannya. Sementara itu, di bagian hilir memperlancar aliran air agar banjir segera mengalir ke laut untuk menghindari terjadinya luapan air di sungai. Ada beberapa cara untuk menahan air di bagian hulu DAS dalam upaya mengurangi air yang mengalir ke hilir, yaitu membuat tampungan air dalam bentuk bendungan, waduk, situ, embung, atau bentuk tampungan air lain (Lasminto, 2020).

Debit banjir yang telah dikurangi atau dikendalikan di hulu masih cukup besar. Perlu untuk peningkatan kapasitas alir sungai dan perpanjangan waktu debit sampai pada ke hilir, karena umumnya hilir adalah daerah padat permukiman. Di sinilah naturalisasi dan normalisasi dapat dikerjakan secara bersamaan. Naturalisasi dalam ilmu teknik sungai dikenal dengan restorasi, yaitu upaya mengembalikan sungai pada kondisi alami di mana sungai terdiri dari penampang sungai utama dan bantaran sungai di kanan dan kiri, serta dataran banjir atau *flood plain*. Pada saat aliran normal, air akan mengalir hanya di penampang sungai utama. Sedangkan pada saat banjir, air akan mengalir di sungai utama, bantaran sungai, serta di dataran banjir (Lasminto, 2020).

Normalisasi dapat memperlebar, meningkatkan kedalaman aliran atau memperhalus permukaan sungai agar kecepatan dan kapasitas debit meningkat. Dikarenakan ketersediaan lahan yang terbatas, normalisasi dilakukan dengan membuat tebing sungai tegak atau hampir tegak. Sehingga, perlu bangunan perkuatan agar tidak longsor. Perkuatan ini dapat dilakukan dengan menggunakan *sheet pile*, dinding beton atau batu kali. Jadi, saat ketersediaan lahan terbatas, peningkatan kapasitas alir sungai dapat dilakukan dengan cara normalisasi sungai (Lasminto, 2020).

2.5 HEC RAS

HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, *River Analysis System (RAS)* yang dibuat oleh Hydrologic Engineering Center (HEC) yang merupakan satu divisi di dalam Institute for Water Resources (IWR), di bawah US Army Corps of Engineers (USACE). HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one-dimensional flow model*) (Wigati, 2016).

HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi:

- hitungan profil muka air aliran permanen,
- simulasi aliran tak permanen,
- hitungan transpor sedimen
- hitungan kualitas air.

HEC-RAS merupakan program aplikasi yang mengintegrasikan fitur *graphical user interface*, analisis hidraulik, manajemen dan penyimpanan data, grafik, serta pelaporan. Data-data yang diperlukan dalam menganalisis penampang sungai dengan menggunakan *software* HEC-RAS adalah:

1. Penampang memanjang sungai,
2. Penampang melintang sungai,
3. Data debit yang melalui sungai,
4. Angka koefisien kekasaran Manning penampang sungai (Wigati, 2016)

BAB III

GAMBARAN UMUM

3.1 Balai Besar Wilayah Sungai Citarum

3.1.1 Sejarah Balai Besar Wilayah Sungai Citarum

Undang-Undang No. 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, menetapkan bahwa pelaksanaan pengelolaan Sumber Daya Air pada Wilayah Sungai Strategis Nasional merupakan kewenangan dan tanggung jawab pemerintah pusat. Wilayah Sungai Citarum berdasarkan Keputusan Presiden No. 12 tahun 2012 tentang Penetapan Wilayah Sungai, merupakan salah satu Wilayah Sungai Strategis Nasional. Dalam melaksanakan Undang-Undang No. 7 tahun 2004 Menteri Pekerjaan Umum menetapkan Peraturan Menteri No. 21/ PRT/M/2010, bahwa Balai Besar Wilayah Sungai Citarum dibentuk sebagai unit pelaksana teknis di Wilayah Sungai Citarum

3.1.2 Visi & Misi Balai Besar Wilayah Sungai Citarum

- Visi

Terwujudnya pengelolaan sumber daya air secara adil, menyeluruh, terpadu, dan berwawasan lingkungan, untuk mewujudkan kemanfaatan sumber daya air yang berkelanjutan dengan mendorong peran serta masyarakat dan dunia usaha di Wilayah Sungai Citarum

- Misi

1. Menyelenggarakan konservasi sumber daya air secara terpadu dan berkelanjutan dalam rangka menjaga kelangsungan keberadaan daya dukung, daya tampung, dan fungsi sumber daya air di Wilayah Sungai Citarum
2. Mendayagunakan sumber daya air secara adil dan merata melalui kegiatan penatagunaan, penyediaan, penggunaan, pengembangan, dan pengusahaan sumber daya air di Wilayah Sungai Citarum dengan mengacu pada Pola pengelolaan sumber

daya air WS Citarum yang ditetapkan oleh Menteri Pekerjaan Umum;

3. Mengendalikan daya rusak air yang dilakukan secara menyeluruh mencakup upaya pencegahan, penanggulangan, dan pemulihan di Wilayah Sungai Citarum;
4. Menyelenggarakan pengelolaan sistem informasi sumber daya air secara terpadu, berkelanjutan dan mudah diakses oleh masyarakat di Wilayah Sungai Citarum;
5. Menyelenggarakan pemberdayaan para pemangku kepentingan sumber daya air secara terencana dan berkelanjutan untuk meningkatkan kinerja pengelolaan sumber daya air di Wilayah Sungai Citarum.

3.1.3 Kegiatan Balai Besar Wilayah Sungai Citarum

Kegiatan yang menjadi tugas utama BBWS Citarum adalah pengelolaan sumber daya air di wilayah sungai yang meliputi perencanaan, pelaksanaan konstruksi, operasi dan pemeliharaan dalam rangka konservasi dan pendayagunaan sumber daya air dan pengendalian daya rusak air pada sungai danau, waduk, bendungan dan tampungan air lainnya, irigasi, air tanah, air baku, rawa, tambak dan pantai, serta inventarisasi, pengolahan, pemanfaatan, pemeliharaan dan pengawasan baik data dan informasi hidrologi, pos/bangunan hidrologi, termasuk peralatan hidrologi sebagai bagian dari pengelolaan sumber daya air.

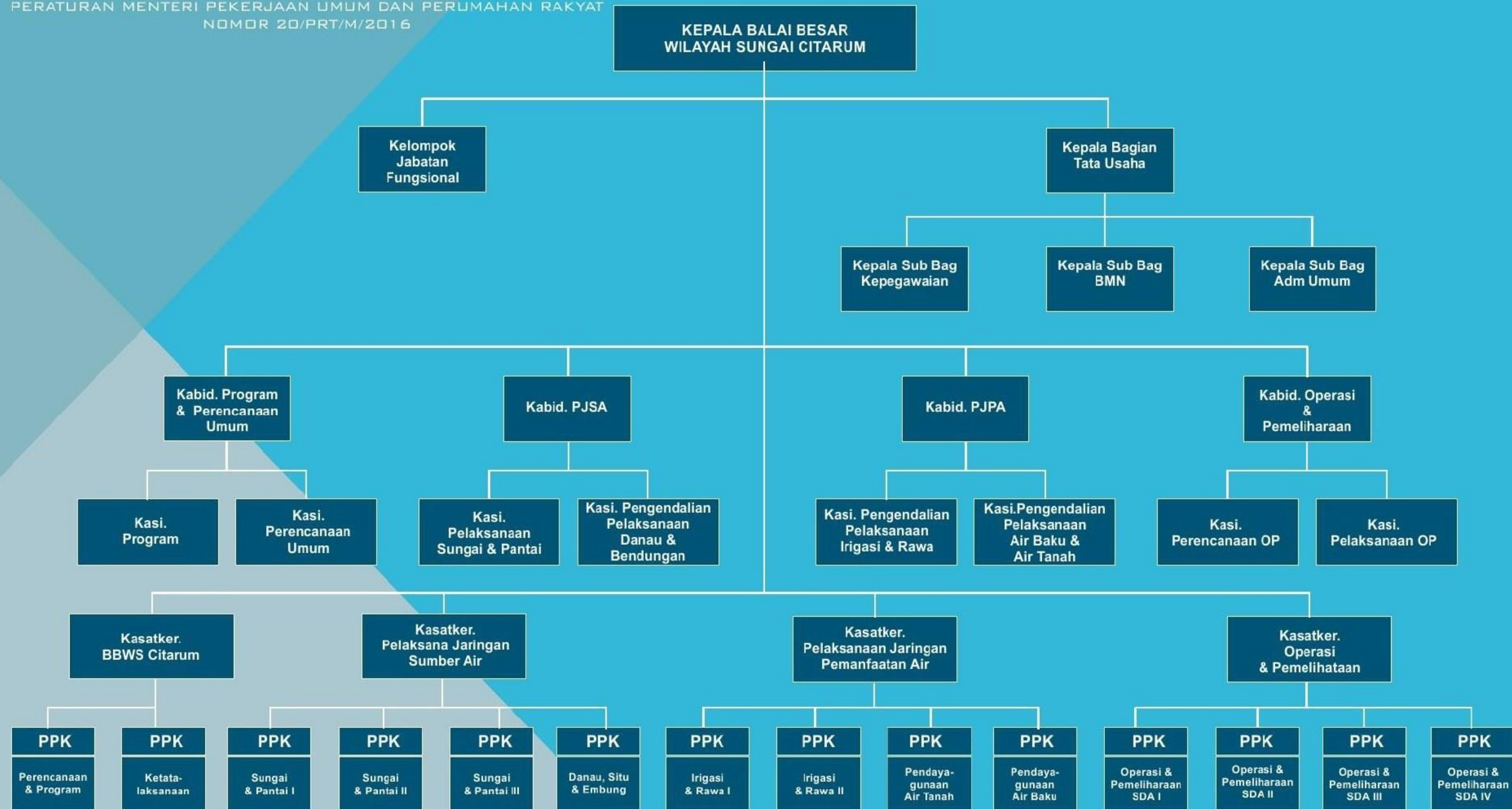
Dalam pelaksanaannya terdapat unit kegiatan yang menunjang pelaksanaan manajemen SDA, yang mana bertugas melakukan operasional pengelolaan sistem hidrologi dan analisa data kualitas air yang hasilnya akan disajikan dalam bentuk data dan informasi hidrologi secara akurat, tepat waktu dan berkelanjutan baik secara kuantitas maupun kualitas.

3.1.4 Struktur organisasi

Satuan kerja Balai Besar Wilayah Sungai Citarum dan unit Hidrologi dan Kualitas Air dapat dilihat pada struktur organisasi yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.

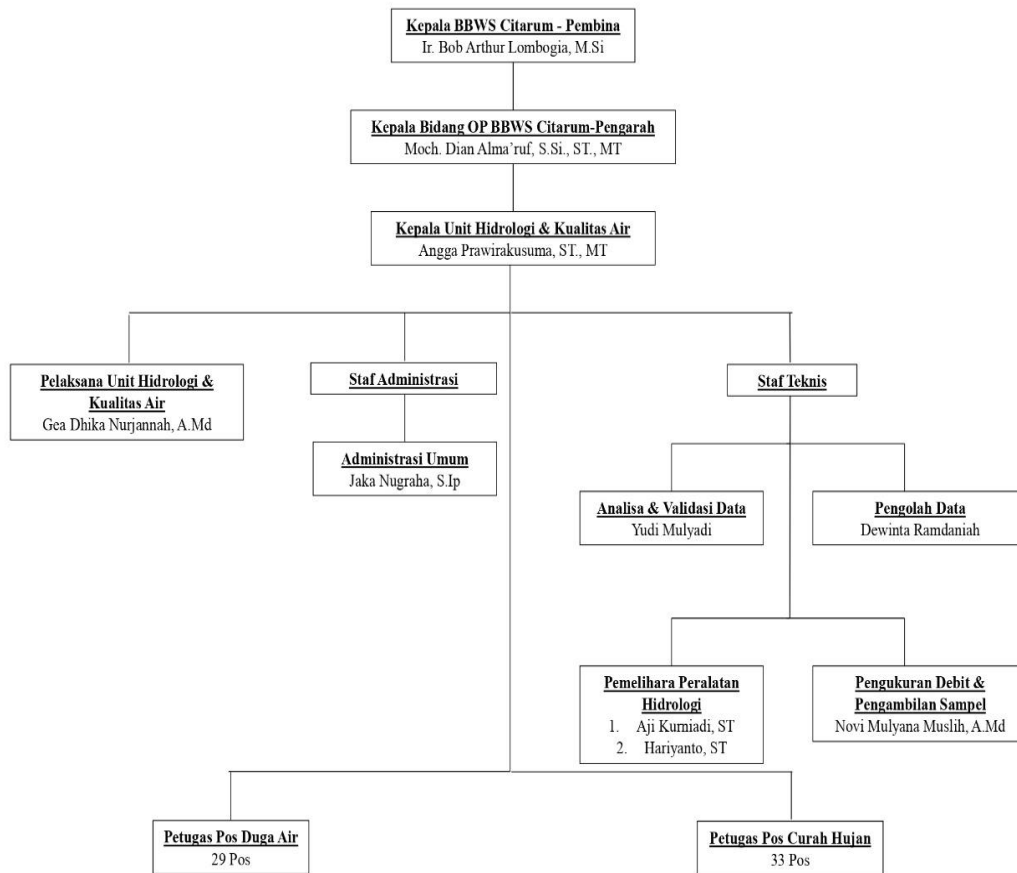
STRUKTUR ORGANISASI BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CITARUM

PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
NOMOR 20/PRT/M/2016



Gambar 3.1 Struktur Organisasi BBWS Citarum

Sumber : BBWSC, 2019



Gambar 3.2 Struktur Organisasi Unit Hidrologi dan Kualitas Air

Sumber : BBWSC, 2019

3.1.5 Tujuan Dan Fungsi Balai Besar Wilayah Sungai Citarum

1. Tujuan

Tujuan Balai Besar Wilayah Sungai Citarum, yaitu melakukan pengelolaan terhadap sumber daya air terpadu guna menciptakan daerah tangkapan air dan sungai yang bersih, sehat, aman, dan lestari guna menyongsong kesejahteraan masyarakat di daerah aliran sungai Citarum pada masa yang akan datang

2. Fungsi

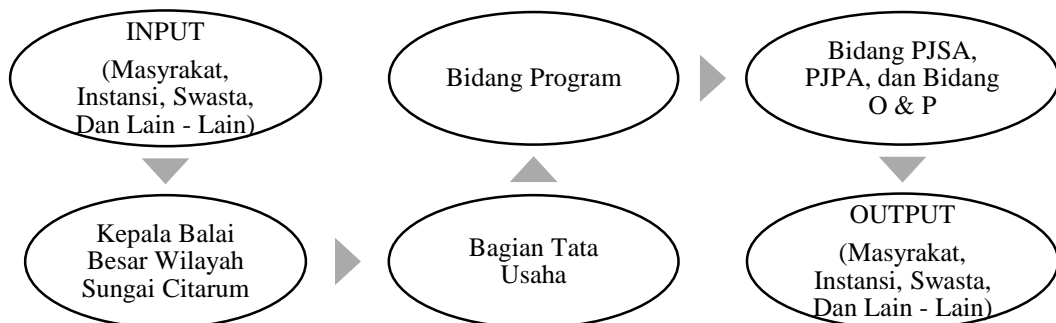
Dalam melaksanakan tugas, Balai Besar Wilayah Sungai Citarum memiliki fungsi seperti berikut :

- a. penyusunan pola dan rencana pengelolaan sumber daya air pada wilayah sungai;
- b. penyusunan rencana dan program, studi kelayakan dan perencanaan teknis/desain/pengembangan sumber daya air;
- c. persiapan, penyusunan rencana dan dokumen pengadaan barang dan jasa;
- d. pelaksanaan pengadaan barang dan jasa serta penetapan pemenang selaku Unit Layanan Pengadaan (ULP);
- e. pengendalian dan pengawasan konstruksi pelaksanaan pembangunan sumber daya air;
- f. penyusunan rencana dan pelaksanaan pengelolaan kawasan lindung sumber air pada wilayah sungai;
- g. pengelolaan sumber daya air yang meliputi konservasi dan pendayagunaan sumber daya air serta pengendalian daya rusak air pada wilayah sungai;
- h. pengelolaan sistem hidrologi;
- i. pengelolaan sistem informasi sumber daya air;
- j. pelaksanaan operasi dan pemeliharaan sumber daya air pada wilayah sungai;
- k. pelaksanaan bimbingan teknis pengelolaan sumber daya air yang menjadi kewenangan provinsi dan kabupaten/kota;
- l. penyiapan rekomendasi teknis dalam pemberian izin atas penyediaan, peruntukan, penggunaan dan
- m. pengusahaan sumber daya air pada wilayah sungai;
- n. fasilitasi kegiatan Tim Koordinasi Pengelolaan Sumber Daya Air pada wilayah sungai;
- o. pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan sumber daya air;
- p. pelaksanaan penyusunan laporan akuntansi keuangan dan akuntansi barang milik negara selaku Unit Akuntansi Wilayah;
- q. pelaksanaan pemungutan, penerimaan dan penggunaan biaya jasa pengelolaan sumber daya air (BJPSDA) sesuai dengan

ketentuan peraturan perundang-undangan; dan pelaksanaan urusan tata usaha dan rumah tangga balai serta koordinasi dengan instansi terkait

3.1.6 Sistem Kerja

Sistem kerja merupakan penggambaran kegiatan yang saling berkaitan dan berintegrasi guna merubah *input* menjadi *output*. Sistem kerja yang terdapat di Balai Besar Wilayah Sungai Citarum dalam bentuk diagram alir pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Alir pada Sistem Kerja BBWS Citarum

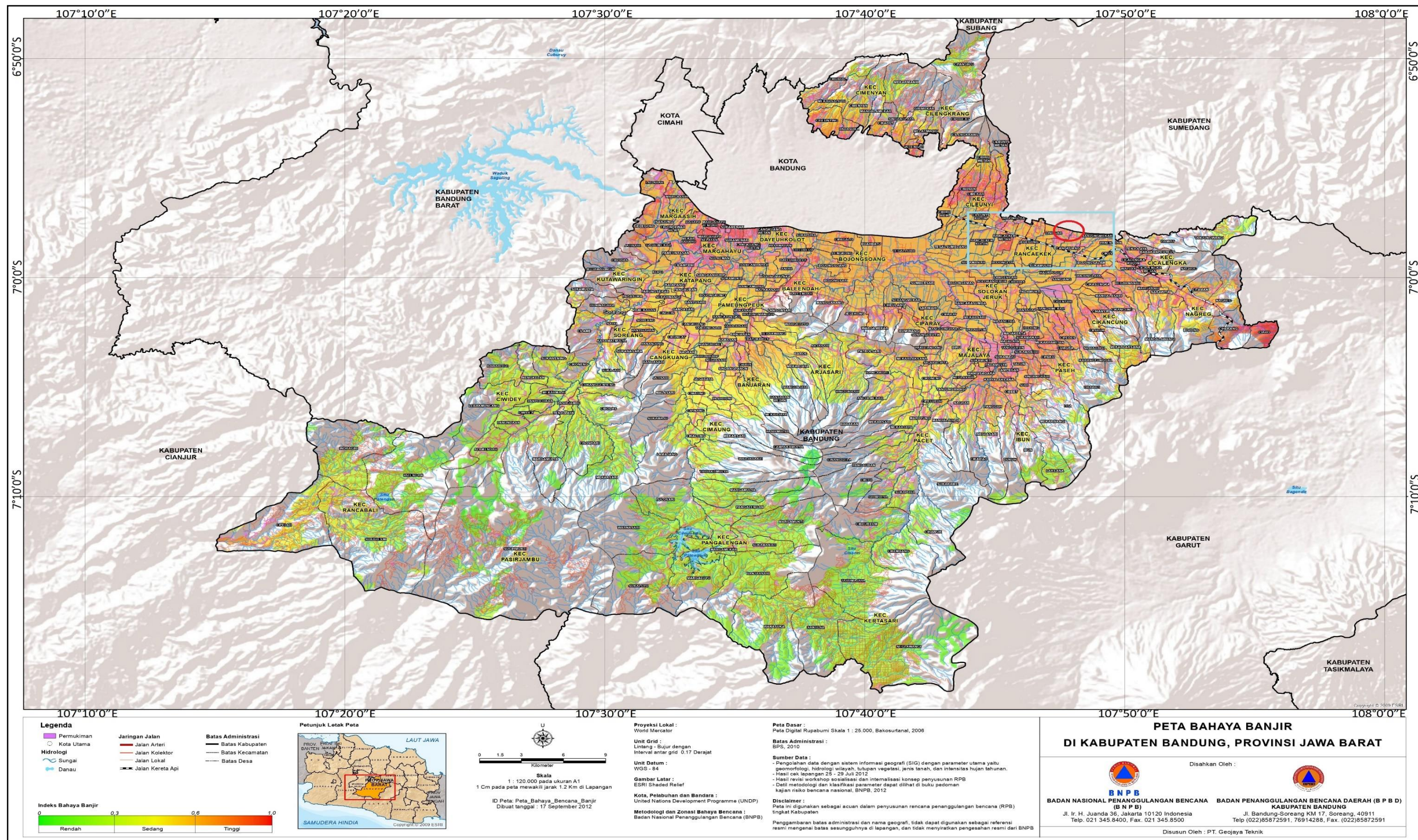
Berdasarkan diagram alir di atas, sistem kerja Balai Besar Wilayah Sungai Citarum secara garis besar adalah :

1. Kepala Balai sebagai penanggung jawab manajemen berkoordinasi dengan masyarakat/swasta/instansi lain yang berkaitan dengan produk yang dihasilkan oleh BBWS Citarum, dengan salah satu caranya adalah melakukan survei guna mengetahui kriteria yang mereka inginkan dari produk BBWS Citarum (mengenai kualitas, tepat guna, dll.).
2. Setelah diketahui kriteria yang diharapkan oleh pelanggan, selanjutnya Kepala Balai menginstruksikan kepala bagian tata usaha untuk menyiapkan sumber daya manusia dan fasilitas serta penyusunan kebijakan guna memenuhi mutu akan produk yang akan dihasilkan, serta berkoordinasi dengan bidang lain yang disesuaikan dengan permintaan.

3. Setelah terbentuknya sumber daya dan tersedianya fasilitas, dilakukanlah proses produksi dengan tahapan berikut :
 - Perencanaan
 - Persiapan
 - Pengolahan
 - Pencatatan
4. Setelah produk dihasilkan, akan diberikan pada pelanggan sembari memberikan angket kepuasan.
5. Selanjutnya, hasil angket akan dianalisa dan dievaluasi sebagai penilaian untuk memberikan peningkatan kualitas sistem kerja.

3.2 Sungai Cimande

Sungai Cimande merupakan salah satu anak Sungai Citarum yang berlokasi pada DAS Citarum bagian hulu. Sungai Cimande memiliki panjang aliran sebesar 26,79 km dan bermuara di Sungai Citarik. Sebagian DAS Cimande berada di wilayah Kecamatan Rancakek, Kabupaten Bandung. Kecamatan Rancakek ini berdasarkan Peta Bahaya Banjir yang dirilis oleh BPBD Kab. Bandung pada Gambar 3.4, merupakan wilayah yang memiliki potensi banjir yang tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut Balai Besar Wilayah Sungai Citarum (BBWSC) telah melakukan sejumlah upaya pengelolaan sungai, mulai dari pengukuran debit, tinggi muka air hingga merencanakan sejumlah program penghijauan dan pengurangan potensi banjir.



Gambar 3.4 Peta Bahaya Banjir

Sumber : (PT. Geojaya Teknik, 2012)

Keterangan tambahan :

- Persegi panjang biru : Kecamatan Rancaekek
- Lingkaran merah : hulu Sungai Cimande yang dilakukan normalisasi yang dapat dilihat secara jelas pada Gambar 3.6

3.2.1 Debit Air

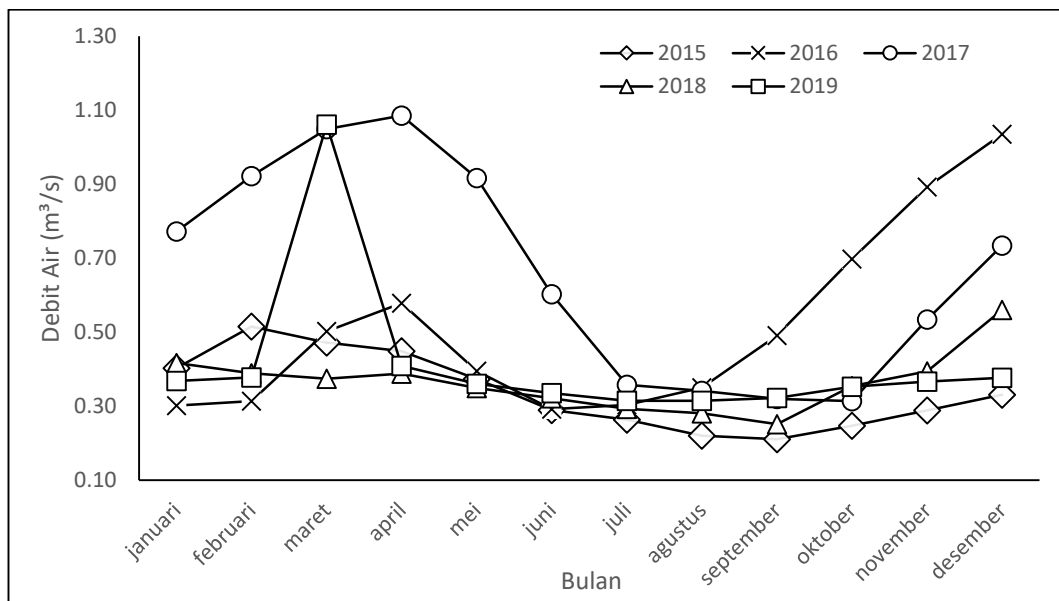
Data debit merupakan salah satu hasil dari pengelolaan yang dilakukan oleh BBWSC, berikut data debit Sungai Cimande yang disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Debit Air Sungai Cimande Tahun 2015-2019

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
2015	0,40	0,52	0,47	0,45	0,37	0,29	0,26	0,22	0,21	0,25	0,29	0,33
2016	0,30	0,31	0,50	0,58	0,40	0,29	0,30	0,35	0,49	0,70	0,89	1,04
2017	0,77	0,92	1,05	1,09	0,92	0,60	0,36	0,34	0,32	0,31	0,53	0,73
2018	0,42	0,39	0,37	0,39	0,35	0,32	0,29	0,28	0,25	0,35	0,39	0,56
2019	0,37	0,38	1,06	0,41	0,36	0,34	0,31	0,31	0,32	0,35	0,37	0,38

Sumber : BBWSC, 2015 – 2019a

Berdasarkan data tersebut, nilai debit yang terukur kerap kali mengalami perubahan baik itu kenaikan maupun penurunan. Guna melihat perubahan debit yang terukur, data akan disajikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Debit Aliran Sungai Terukur

Sumber : BBWSC, 2015-2019a

Selain itu tercatat juga nilai debit ekstrem yang pernah terjadi selama periode 5 tahun tersebut. Nilai debit ekstrem untuk Sungai Cimande dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Nilai Debit Ekstrem Yang Tercatat Selama 2015-2019

Tahun	Debit Ekstrem (m ³ /s)
2015	2,29
2016	9,67
2017	13,39
2018	3,6
2019	6,61

Sumber : BBWSC, 2015-2019a

3.2.2 Tinggi Muka Air

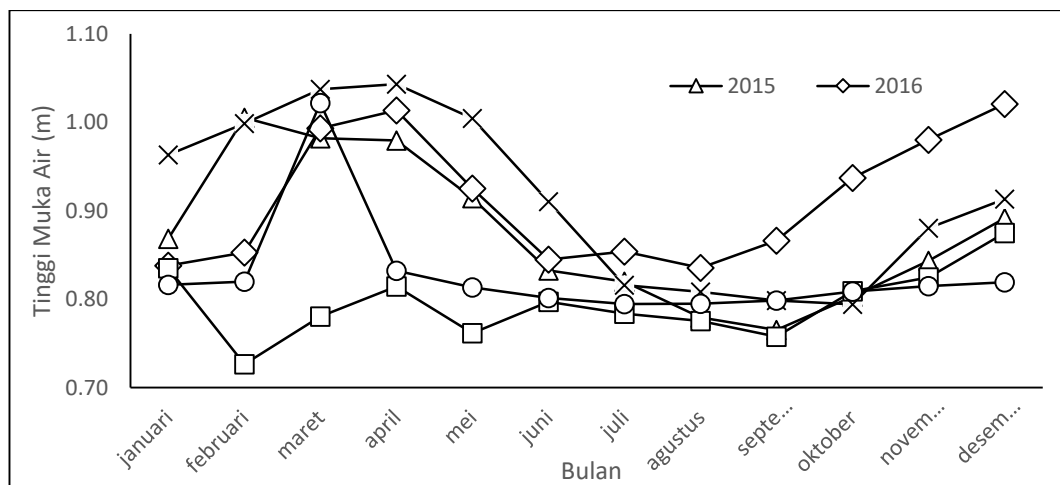
Data tinggi muka air merupakan salah satu hasil dari pengelolaan yang dilakukan oleh BBWSC, berikut data tinggi muka air Sungai Cimande yang disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Tinggi Muka Air Sungai Cimande 2015 – 2019

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
2015	0,87	1,01	0,98	0,98	0,91	0,83	0,82	0,78	0,77	0,80	0,84	0,89
2016	0,84	0,85	0,99	1,01	0,93	0,85	0,85	0,84	0,87	0,94	0,98	1,02
2017	0,96	1,00	1,04	1,04	1,00	0,91	0,82	0,81	0,80	0,79	0,88	0,91
2018	0,84	0,73	0,78	0,81	0,76	0,80	0,78	0,78	0,76	0,81	0,82	0,87
2019	0,82	0,82	1,02	0,83	0,81	0,80	0,79	0,79	0,80	0,81	0,82	0,82

Sumber : BBWSC, 2015-2019b

Berdasarkan data tersebut, nilai tinggi muka air yang terukur mengalami perubahan baik itu kenaikan maupun penurunan. Guna melihat perubahan tinggi muka air yang terukur, data akan disajikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Tinggi Muka Air Sungai Terukur

Sumber : BBWSC, 2015-2019b

3.3 Perencanaan Normalisasi Sungai Cimande

Perencanaan normalisasi merupakan salah satu bagian dari program pengelolaan Sungai Cimende yang dilakukan oleh Balai Besar Wilayah Sungai Citarum (BBWSC) untuk mengurangi banjir Rancaekek.

3.3.1 Dasar Perencanaan

Proyek normalisasi Sungai Cimande ini bertujuan untuk mengurangi luas wilayah Rancaekek yang kerap kali terkena banjir saat musim hujan tiba. Proyek ini merupakan salah satu dari bagian peta pembangunan infrastruktur tahun 2019 yang dikerjakan oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) dalam pengelolaan DAS Citarum. Pengerjaan proyek ini memakan waktu selama 3 tahun, dengan nilai penggunaan anggaran 2019 sebesar Rp. 99,6 M. *Output* yang dihasilkan dari proyek pembangunan ini, yaitu :

- Perubahan penampang sungai sepanjang 9,4 km;
- Meningkatkan kapasitas pengaliran sungai dari 4,5-5 m³/s menjadi 35-50 m³/s;
- Mengurangi luas genangan banjir di wilayah DAS Citarum bagian hulu seluas 21,09 Ha yang terdiri dari : pemukiman penduduk, kawasan industri, pertanian, dan fasilitas umum lainnya.

Berikut data perencanaan yang digunakan pada proyek normalisasi Sungai Cimande dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Data Perencanaan Proyek Normalisasi Sungai Cimande

No	Data	Satuan	Nilai	Keterangan
1	Panjang Sungai	m	9.331	
	Panjang Jalan Inspeksi			
2	Kanan	m	9.476	
	Kiri	m	9.330	
3	Lebar Bawah			
	Hulu	m	4	
	Hilir	m	6	
4	Lebar Atas			
	Hulu	m	17	
	Tengah	m	19	
	Hilir	m	24	

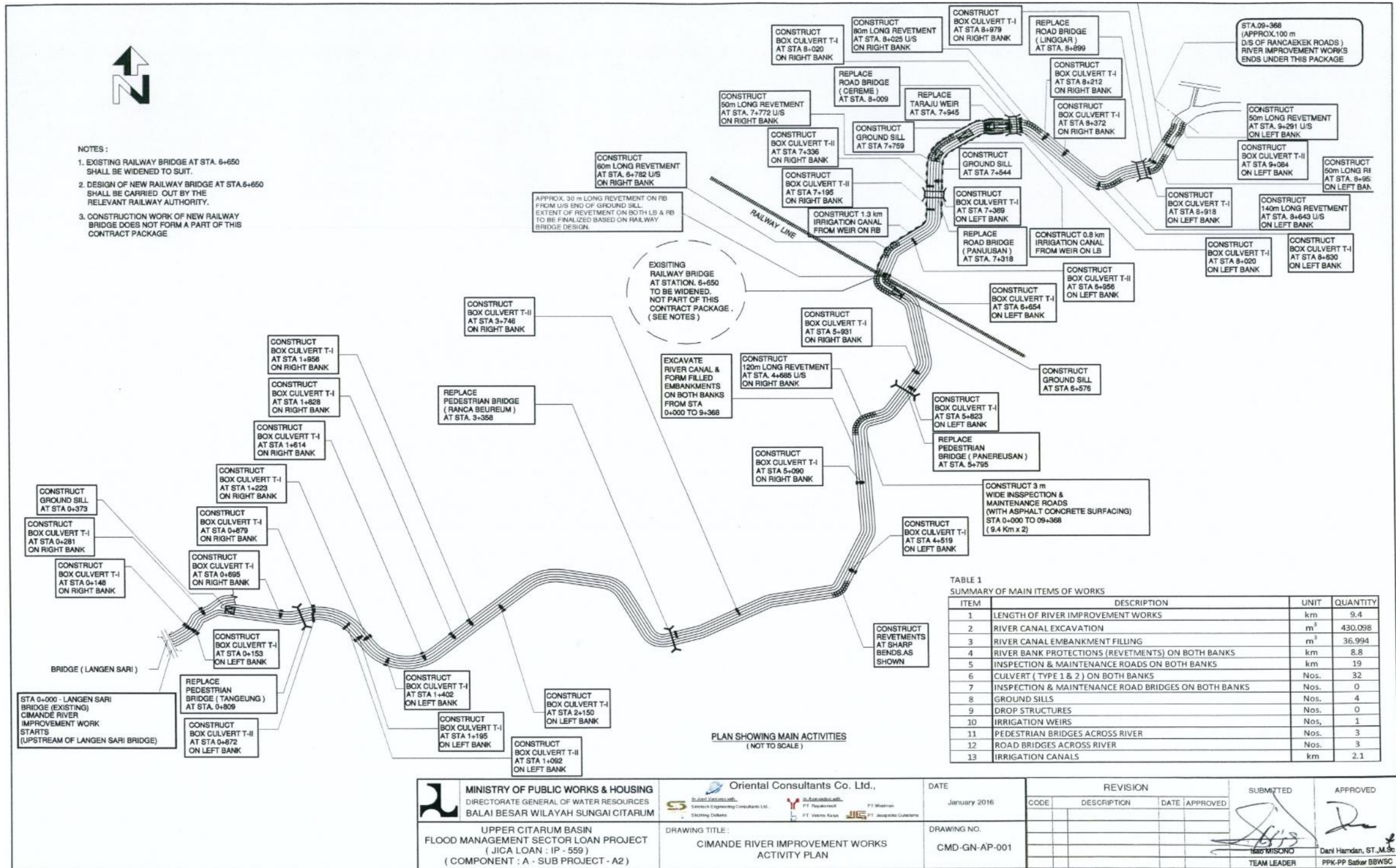
No	Data	Satuan	Nilai	Keterangan
	Ketinggian Air			
5	Hulu	m	3,3	
	Tengah	m	3,8	
	Hilir	m	4,5	
6	<i>Freeboard</i>	m	0,5	
7	Kemiringan Talud	-	1 : 2	
8	Lebar Tanggul	m	5	
9	Lebar Jalan Inspeksi	m	3	
	Kemiringan Dasar Sungai			
10	Hulu	-	0,001	STA (7.948 – 9.330)
	Tengah	-	0,0007	STA (6.578 – 7.948)
		-	0,0004	STA (373 – 6.578)
	Hilir	-	0,0002	STA (0 - 373)
11	Lebar Row	m	40	
12	Debit Desain	m ³ /s	35 - 50	
13	Debit Pengaliran Awal	m ³ /s	4,5 - 5	

Sumber : BBWSC, 2016

Keterangan : STA = Stasiun

3.3.2 Peta Perencanaan Normalisasi Sungai

Dalam data perencanaan normalisasi Sungai Cimande yang telah disusun, penampang sungai yang akan dinormalisasi terletak di samping Jalan Raya Rancaekek sebagai bagian hulu, dan berakhir di pertemuan aliran Sungai Cimande dan Sungai Citarik sebagai titik hilir normalisasi sungai. Gambaran secara rinci dapat dilihat pada Gambar 3.7.

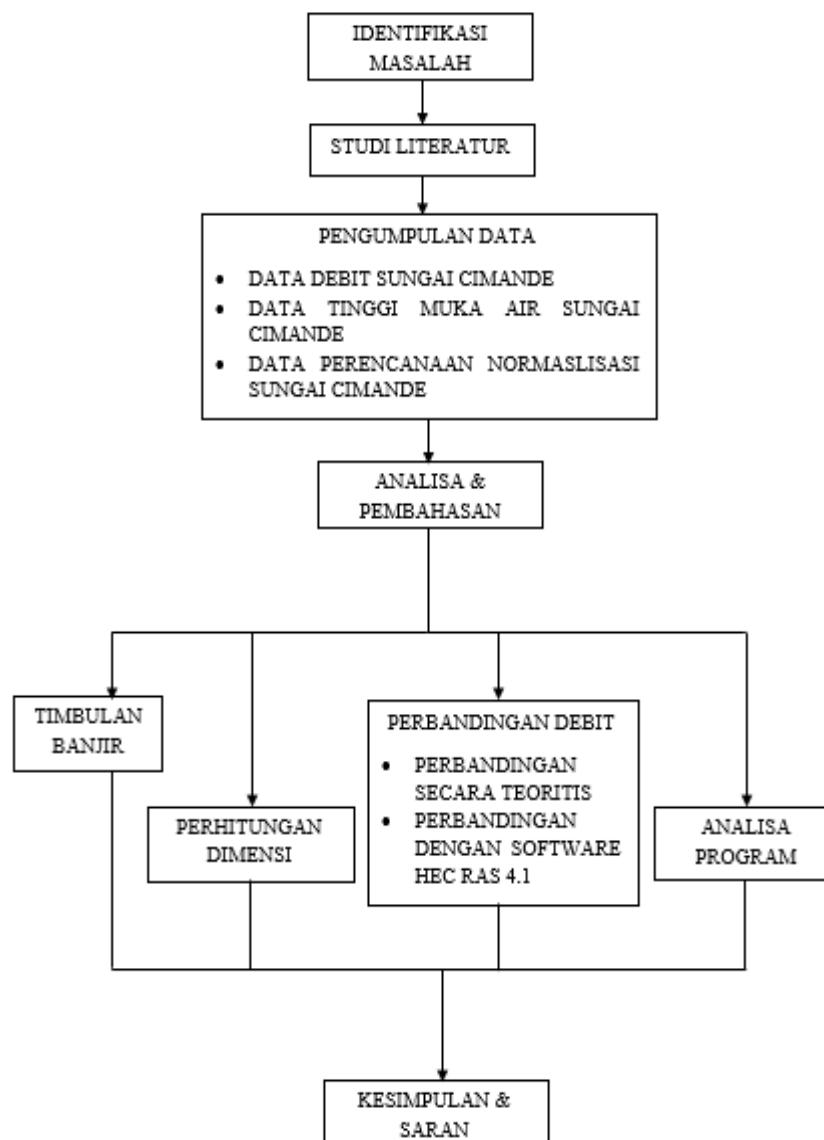


Gambar 3.7 Peta Perencanaan Normalisasi Sungai Cimande

Sumber : (BBWSC, 2016)

BAB IV METODOLOGI

Pada bab ini menjelaskan tahapan pelaksanaan kerja praktek di BBWS Citarum. Dalam pelaksanaan kerja praktek, dilakukan beberapa tahapan yang didasarkan pada metode analisa kuantitatif, mulai dari pengumpulan data hingga penulisan laporan praktek kerja. Berikut tahapan dalam pelaksanaan praktek kerja yang disajikan dalam diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Alir Kegiatan Penyusunan Laporan Kerja Praktek

4.1 Uraian Pelaksanaan Praktek Kerja

Dalam menyelesaikan laporan kerja praktek, terdapat sejumlah tahap perencanaan, antara lain :

4.1.1 Identifikasi Masalah

Mengidentifikasi permasalahan banjir Rancaekek sebagai hal yang akan diacu dalam pelaksanaan praktek kerja dan melakukan studi awal mengenai masalah yang akan dibahas dengan cara mengumpulkan informasi yang dibutuhkan dalam pelaksanaan praktek kerja dari literatur yang akan dipelajari dan digunakan sebagai acuan terkait Drainase Lingkungan.

4.1.2 Studi Literatur

Mencari sumber dan referensi yaitu dengan dilakukannya studi literatur untuk menjadi acuan dalam melakukan evaluasi. Literatur yang digunakan dalam evaluasi bersumber dari buku, jurnal ilmiah, dan *website* yang berkaitan dengan penerapan Drainase Lingkungan.

4.1.3 Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan dengan menganalisa sejumlah data yaitu, data perencanaan normalisasi, data debit, dan data tinggi muka air Sungai Cimande yang terdapat di BBWS Citarum terkait normalisasi Sungai Cimande.

- **Data Sekunder**

Data sekunder yang digunakan berupa data perencanaan normalisasi Sungai Cimande, data debit dan tinggi muka air Sungai Cimande, serta sumber pustaka penunjang lainnya, yaitu : buku drainase perkotaan (Edisono, 1997), buku drainase terapan (Hasmar, 2002), buku drainase perkotaan berwawasan lingkungan (Syarifudin, 2017), dan sumber pustaka lainnya.

4.1.4 Analisa Data

Dalam analisa data, data yang sudah dikumpulkan dianalisa dengan cara membandingkan dan melakukan perhitungan dimensi serta debit pengaliran dari penampang Sungai Cimande.

a. Analisis Banjir

Proses analisis dilakukan dengan menganalisis timbulan banjir yang dikaitkan dengan kondisi geografis dari Kecamatan Rancaekek di mana aliran Sungai Cimande berada.

b. Perhitungan Dimensi Saluran

Proses analisa dilakukan dengan menggunakan persamaan Manning, yang mana akan didapat nilai kecepatan pengaliran dan debit pengaliran.

c. Perbandingan debit

▪ **Perbandingan Secara teoritis**

Proses analisa didasarkan pada hasil perhitungan dimensi, yang mana nilai kecepatan terukur akan dibandingkan dengan standar pengaliran. Nilai kecepatan tersebut menjadi dasar untuk membandingkan nilai debit pra-desain dan debit desain

▪ **Perbandingan dengan *software***

Proses analisa menggunakan *software* HEC RAS 4.1 yang dapat memperlihatkan perbedaan nilai debit yang sedang dibandingkan. Perbedaan yang ditampilkan berupa perbedaan tinggi muka air pada masing-masing debit.

d. Analisa Program

Proses analisa didasarkan pada data perencanaan, hasil perencanaan, dan kondisi eksisting dalam penanganan banjir Rancaekek.

4.1.5 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dibuat berdasarkan hasil evaluasi dari analisis data yang telah dilakukan.

BAB V

ANALISA & PEMBAHASAN

5.1 Analisis Banjir

Aliran Sungai Cimande yang sebagian mengalir di Wilayah Kecamatan Rancaekek merupakan salah satu drainase mayor yang digunakan untuk menampung limpasan air hujan. Namun wilayah Rancaekek telah mengalami beberapa perubahan mulai dari kurangnya area resapan air, alih fungsi lahan yang masif, dan kondisi sistem drainase yang tidak baik ini mengakibatkan adanya genangan maupun banjir pada sejumlah lokasi di wilayah Rancaekek.

Berdasarkan informasi tersebut, Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Bandung menyusun sebuah peta bahaya banjir yang ditampilkan pada Gambar 5.1. Berdasarkan peta tersebut, wilayah Rancaekek memiliki nilai indeks bahaya banjir yang tinggi, yaitu 0,6-1,0; hal ini menunjukkan bahwa kejadian banjir akan sering terjadi di wilayah Rancaekek. Keterangan tersebut dibuktikan dengan sejumlah kejadian banjir yang disajikan pada Tabel 5.1. Berdasarkan data tersebut, setidaknya sekali dalam setahun akan terjadi kejadian banjir di wilayah Rancaekek.

Mengacu pada kejadian banjir tersebut, diperlukan upaya yang masif untuk mengatasi permasalahan banjir yang terjadi. Balai Besar Wilayah Sungai Citarum yang bertugas melakukan konservasi air di wilayah DAS Citarum, telah melakukan upaya penanganan banjir yang terjadi dengan perbaikan sistem drainase berupa normalisasi Sungai Cimande. Normalisasi ini dilakukan setelah penampang Sungai Cimande tidak bekerja optimal sebagai sistem drainase mayor yang diakibatkan perubahan dimensi penampang sungai.

Perubahan penampang sungai ini disebabkan adanya pendangkalan akibat erosi. Erosi yang terjadi berasal dari tanah yang terbawa oleh limpasan air hujan yang mengalir menuju sungai. Sehingga mengakibatkan perubahan bentuk, kedalaman, dan lebar penampang sungai. Yang berdampak pada meluapnya air dari sungai dan terjadi banjir.

Tabel 5.1 Data Kejadian Banjir di Rancaekek tahun 2020 – 2021

Tanggal Kejadian	Tinggi Muka Air (cm)	Sumber
Rabu, 12 Maret 2014	20 - 70	Nugraha, 2014
Selasa, 01 November 2016	50	Wiyono, 2016
Sabtu, 18 Maret 2017	± 40	Olin, 2017
Senin, 20 Januari 2020	10 - 150	<i>Pusdalops-Pb, 2020-2021</i>
Selasa, 12 Januari 2021	90	<i>Pusdalops-Pb, 2020-2021</i>
Kamis, 21 Januari 2021	30	<i>Pusdalops-Pb, 2020-2021</i>

5.2 Perhitungan Debit Baru

Berdasarkan data perencanaan normalisasi Sungai Cimande pada tabel 3.4, dilakukan pengulangan perhitungan debit desain. Mekanisme perhitungan menggunakan persamaan Manning guna mendapatkan nilai kecepatan pengaliran dan menggunakan persamaan umum untuk mencari debit pengaliran. Salah satu contoh perhitungan debit pengaliran dengan menggunakan data perencanaan untuk segmen C2 STA 0 sebagai berikut :

Data segmen C2 STA 0

Lebar atas (b)	= 24 meter
Lebar bawah (a)	= 6 meter
Kedalaman (c)	= 3,3 meter
<i>Freeboard</i>	= 0,5 meter
Kemiringan saluran	= 0,02 %
Kemiringan talud (d)	= 1 : 2
N Manning	= 0,02
Lebar tanggul (e)	= 5 meter

Untuk memudahkan proses perhitungan, ditampilkan gambar penampang sungai yang akan dikeruk dan bentuk penampang sungai setelah upaya normalisasi yang disajikan pada Gambar 5.2 dan 5.3.

Rekapitulasi dari perhitungan ulang debit pengaliran Sungai Cimende setelah proyek normalisasi rampung untuk segmen C2 STA 0 dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan 5.3, serta rekapitulasi secara keseluruhan dapat dilihat pada bagian lampiran.

Tabel 5.2 Rekapitulasi Perhitungan Debit Desain Sungai Cimande Segmen C2
STA 0

DAS Bagian	STA	Segmen	Lebar (m)		Kedalaman (m)	Freeboard (m)	n Manning	Slope (%)
			b	a				
Hilir	0	C2	24	6	4,5	0,5	0,02	0,02

Tabel 5.3 Rekapitulasi Perhitungan Debit Desain Sungai Cimande Segmen C2
STA 0 (lanjutan)

DAS Bagian	Keliling Basah (m)	Jari - Jari Hidrolis (m)	Luas (m ²)	Kecepatan (m/s)	Debit (m ³ /s)
Hilir	246,21	0,30	75	0,32	23,91

Berdasarkan hasil perhitungan dan gambar potongan penampang Sungai Cimande yang dikaitkan dengan tinjauan pustaka dari Edisono (1997), dinilai sesuai dengan kriteria desain hidrolika saluran terbuka; mulai dari dimensi penampang sungai, bentuk penampang sungai, debit pengaliran, dan kecepatan pengaliran. Dalam data perencanaan, bentuk penampang saluran yang digunakan berbentuk trapesium.

Hal ini sebenarnya tidak sesuai dengan kriteria desain yang mana bentuk trapesium digunakan bila tersedia lahan yang luas. Namun hal ini tidak berlaku, di mana pemerintah dalam hal ini melakukan pembebasan lahan yang nantinya digunakan sebagai jalur penampang sungai. Sehingga pemilihan saluran berbentuk trapesium sudah sesuai dengan kriteria desain.

Penampang sungai sendiri didesain dengan komposisi berbahan beton, yang mana pemilihan nilai koefisien Manning sesuai dengan kriteria desain untuk saluran komposisi berbahan beton yang dipaparkan oleh Kinori (1970). Dalam perhitungan ulang menggunakan nilai koefisien Manning sebesar 0,02 dengan asumsi bahan penampang saluran menggunakan pasangan batu kosong dengan

campuran adukan (pasir dan semen) seperti yang tertera pada Tabel 2.1, komposisi tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.4. Pemilihan bahan penyusun dinding saluran yang disesuaikan dengan nilai koefisien Manning dapat menurunkan nilai kehilangan tekanan pengaliran pada saluran.

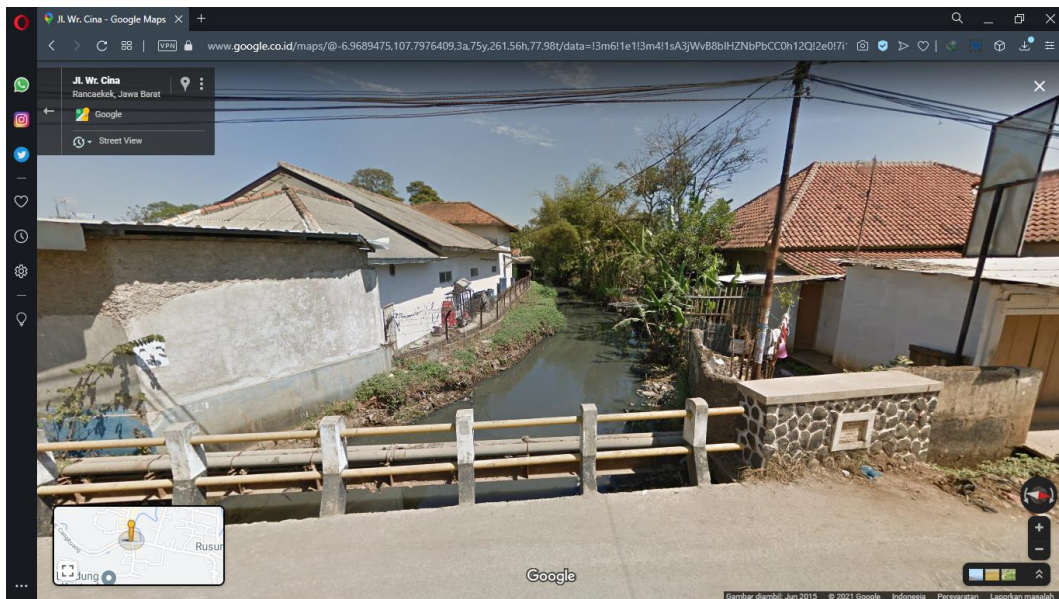


Gambar 5.3 Komposisi Penyusun Turap pada Dinding Penampang Sungai Cimande

Sumber : (BBWSC, 2016)

Selain itu penampang sungai pun didesain dengan kemiringan yang sesuai dengan kriteria desain yang dikutip dari Wesli (2008), di mana nilai kemiringan yang baik adalah tidak landai maupun curam, serta disesuaikan dengan permukaan tanah agar pas. Dalam data perencanaan, nilai kemiringan yang digunakan adalah $\leq 1\%$. Sejatinya nilai kemiringan yang $\leq 1\%$ itu berpotensi mendapatkan nilai kecepatan tidak sesuai dengan nilai minimum kecepatan yang diperbolehkan.

Hal tersebut memicu terbentuknya endapan pasir pada dasar penampang saluran yang dapat berdampak berubahnya bentuk dari penampang saluran. Untuk mengatasi hal tersebut, upaya normalisasi dilakukan dengan melebarkan penampang Sungai Cimande yang semula tampak pada Gambar 5.5 menjadi seperti yang terlihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5.4 Penampang Sungai Cimande Sebelum Normalisasi di samping Jl. Warung Cina

Sumber : (Google, 2015)



Gambar 5.5 Penampang Sungai Cimande Hasil Normalisasi

Sumber : (BBWSC, 2016)

Nilai kecepatan sendiri tidak hanya dipengaruhi oleh koefisien Manning dan persen kemiringan, tapi juga dipengaruhi oleh dimensi penampang sungai tersebut. Besar kecilnya penampang sungai akan menghasilkan nilai luas,

keliling basah, dan nilai jari – jari hidrolis dari penampang sungai tersebut. Nilai jari- jari hidrolis merupakan salah satu faktor yang digunakan untuk menghitung nilai kecepatan pengaliran selain nilai kemiringan dan koefisien Manning.

Berdasarkan data perencanaan dan hasil perhitungan ulang, nilai kecepatan pengaliran yang didapat berada pada rentang nilai kecepatan yang sesuai dengan kriteria desain yaitu 0,3 m/s – 3 m/s. Dengan dimensi yang terencana dan nilai kecepatan yang sesuai kriteria desain, maka nilai debit yang direncanakan sudah sesuai dengan kriteria desain saluran terbuka dan mampu mengalirkan limpasan air lebih besar dari sebelumnya.

5.3 Perbandingan Debit

- Debit Desain : Debit Pra-Desain

Berdasarkan hasil perhitungan yang dibandingkan dengan debit pra-desain pada Tabel 3.4 dan debit ekstrem pada Tabel 3.2, nilai kedua debit tersebut dapat ditampung dan dialirkan dengan baik oleh penampang Sungai Cimande yang telah dilakukan normalisasi. Kenaikan daya tampung sendiri dipengaruhi oleh perubahan dimensi penampang sungai. Perubahan dimensi penampang sungai ini direncanakan dapat mengalirkan debit limpasan air hujan 7-10 kali lebih besar dari nilai debit pra-desain, yaitu 4,5-5 m³/s dan 2-4 kali lebih besar dari nilai debit ekstrem tertinggi yang tercatat yaitu 13,39 m³/s menjadi 35-50 m³/s. Berdasarkan hal tersebut, efisiensi pengaliran hasil desain mengalami peningkatan sebesar ±87 %

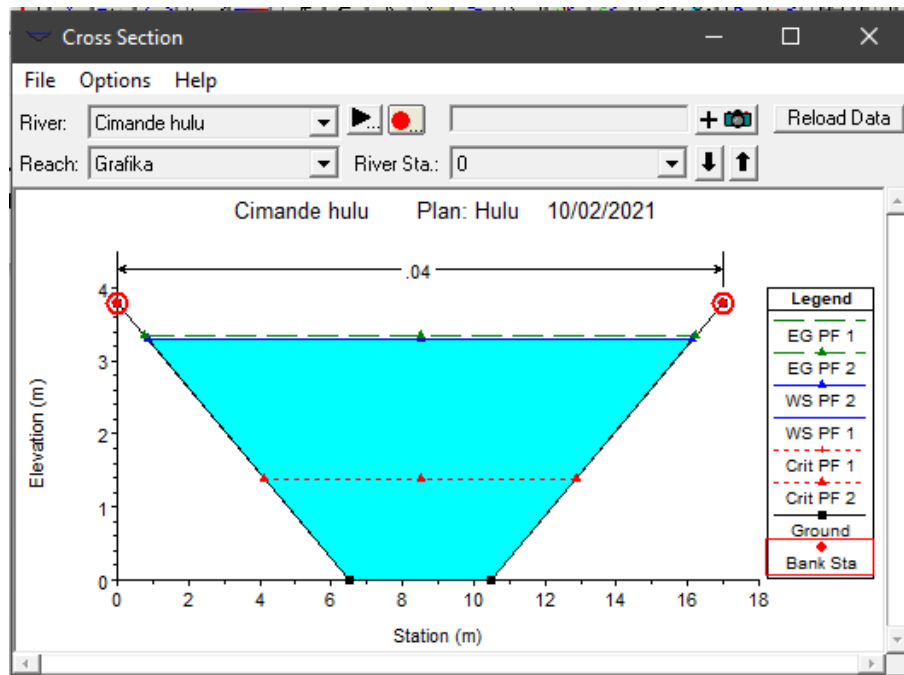
Namun berdasarkan hasil perhitungan, nilai debit terukur tidak mencapai nilai debit yang direncanakan. Nilai debit hasil perhitungan hanya mampu mengalirkan debit limpasan air hujan sebesar 4-7 kali lipat dari nilai debit pra-desain, yaitu 4,5-5 m³/s dan ±2 kali lebih besar dari debit ekstrem tertinggi, yaitu 13,39 m³/s menjadi 23-30 m³/s. Dengan nilai debit tersebut, efisiensi pengaliran debit air pada penampang sungai mencapai ±65 % dari debit desain perencanaan normalisasi. Perbedaan nilai debit terukur ini bisa disebabkan oleh perbedaan penggunaan kriteria

desain dan langkah perhitungan yang dilakukan. Selain itu perbedaan nilai debit juga dipengaruhi seberapa besar intensitas hujan yang terjadi dan seberapa besar debit limpasan air hujan yang dialirkan ke penampang sungai.

- Analisa HEC RAS 4.1

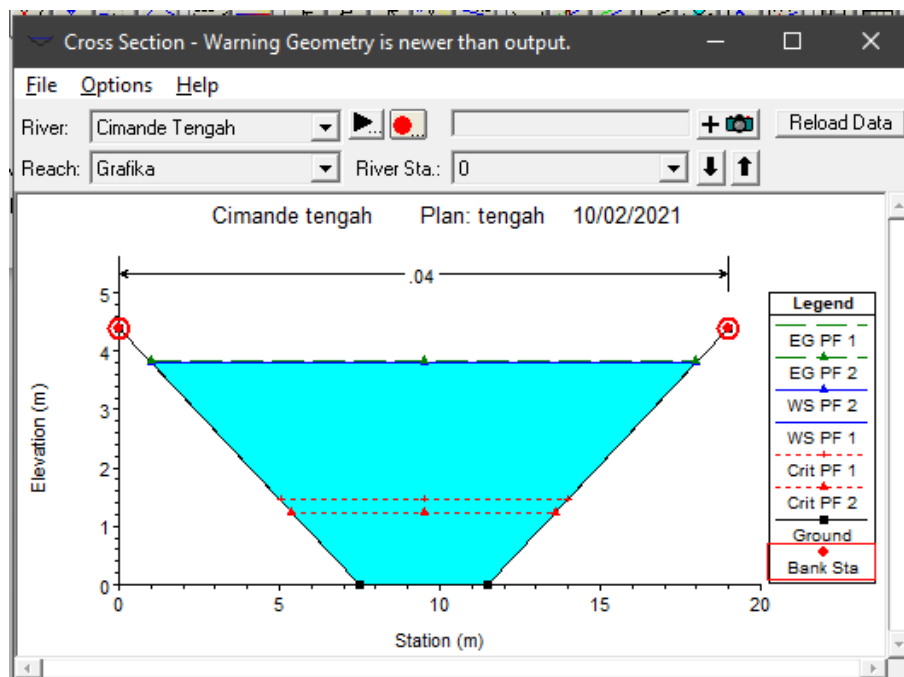
Perubahan dimensi penampang sungai sendiri dapat dilihat dengan menggunakan *software* HEC RAS 4.1. Perubahan dimensi yang terlihat adalah bertambahnya lebar dan kedalaman penampang sungai. Pada bagian hulu, lebar atas dan bawah penampang adalah 17 m dan 4 m dengan kedalaman saluran 3,3 m dan tinggi *Freeboard* 0,5 m. Pada bagian tengah, lebar atas dan bawah penampang sungai menjadi 19 m dan 5 m, serta kedalaman penampang sungai menjadi 3,8 m dengan tinggi *freeboard* 0,5 m.

Sedangkan pada bagian hilir, lebar atas dan bawah penampang sungai menjadi 24 m dan 6 m, serta kedalaman penampang sungai menjadi 4,5 m dengan tinggi *freeboard* 0,5 m. Bentuk dan dimensi penampang dengan debit perhitungan dapat dilihat pada Gambar 5.6; 5.7; dan 5.8. Selain itu ditampilkan juga juga profil penampang sungai bagian hulu dengan debit pra-desain dan debit ekstrem tertinggi yang disajikan pada Gambar 5.9 dan 5.10.



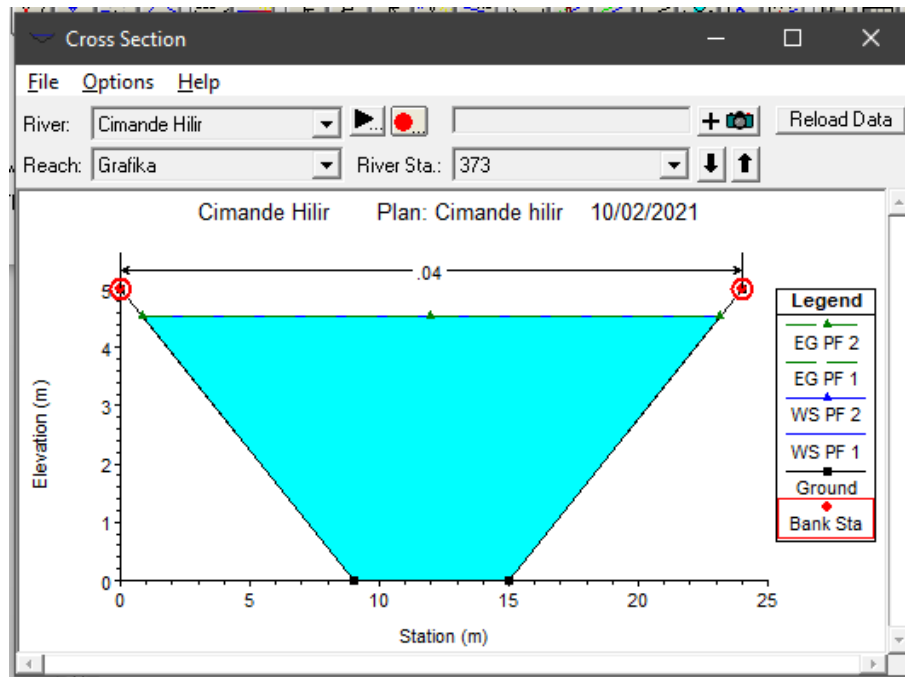
Gambar 5.6 Hasil Analisa HEC RAS 4.1 Bagian Hulu Cimande Debit Perhitungan

Sumber : HEC RAS 4.1, 2020



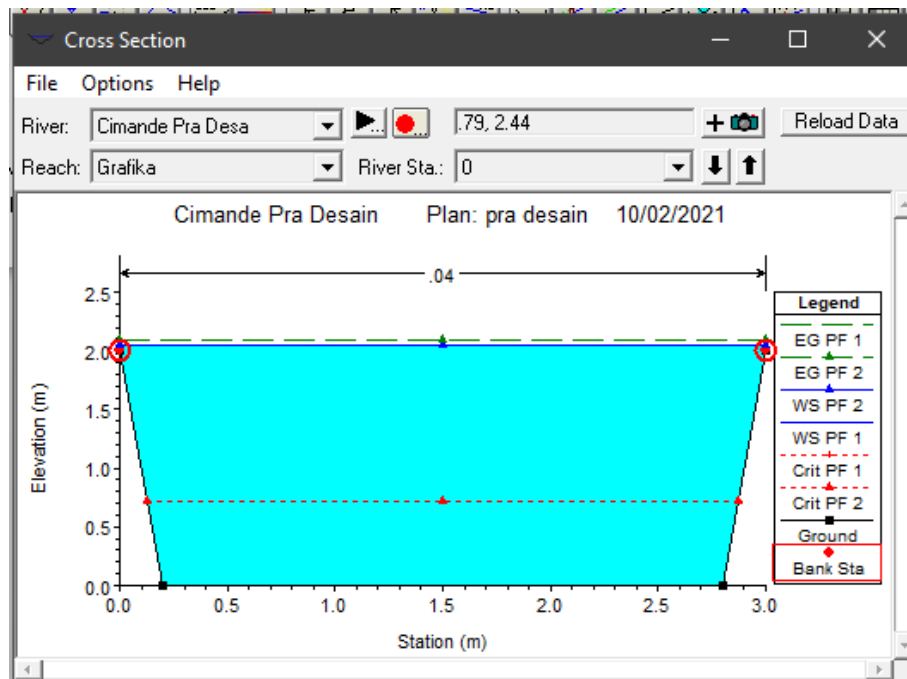
Gambar 5.7 Hasil Analisa HEC RAS 4.1 Bagian Tengah Cimande Debit Perhitungan

Sumber : HEC RAS 4.1, 2020



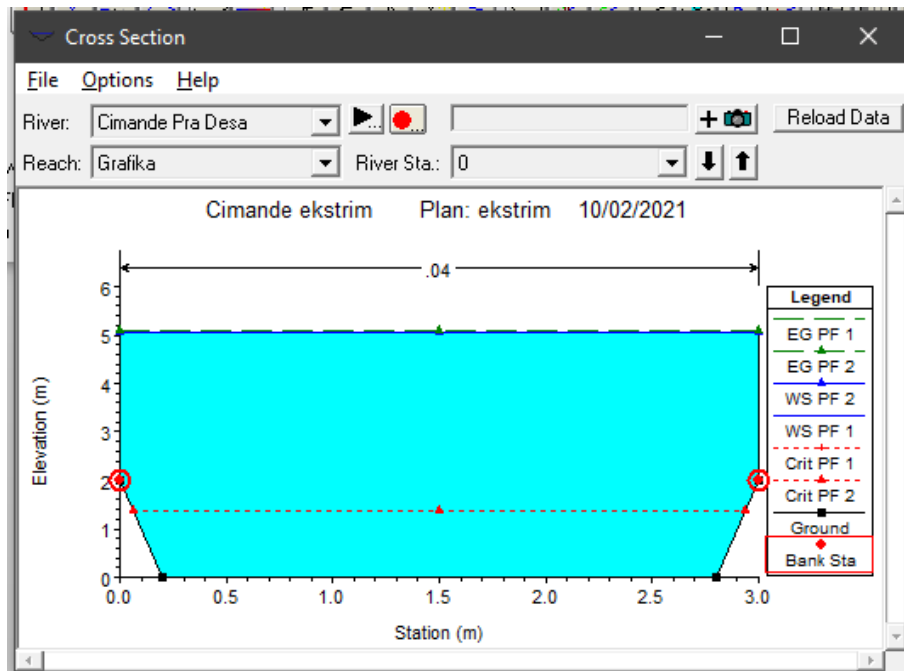
Gambar 5.8 Hasil Analisa HEC RAS 4.1 Bagian Hilir Cimande Debit Perhitungan

Sumber : HEC RAS 4.1, 2020



Gambar 5.9 Hasil Analisa HEC RAS 4.1 Bagian Hulu Cimande Debit Pra - Desain

Sumber : HEC RAS 4.1, 2020



Gambar 5.10 Hasil Analisa HEC RAS 4.1 Bagian Hulu Cimande Debit Ekstrem Tinggi

Sumber : HEC RAS 4.1, 2020

Keterangan :

Lingkaran merah dengan titik merah di tengahnya pada pada gambar 5.6 – 5.10 adalah tanda batas elevasi dari penampang saluran.

Berdasarkan kondisi Sungai Cimande yang ada pada Gambar 5.5, penampang sungai memiliki lebar bagian ± 3 meter dan lebar bagian bawah $\pm 2,5$ meter, serta memiliki kedalaman ± 2 meter yang sudah termasuk dengan bagian *freeboard*. Setelah diaplikasikan pada *software* HEC RAS 4.1 yang tampak pada Gambar 5.9, terlihat dimensi penampang sungai sebelum dilakukannya normalisasi dapat menampung debit pra-desain pada rentang $4,5-5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Kondisi tersebut berada pada debit kondisi normal, namun akan terjadi luapan jika intensitas hujan yang terjadi cukup besar. Hal ini terlihat pada Gambar 5.10, terlihat dengan ukuran dimensi yang sama tidak mampu menampung debit yang ekstrem tertinggi yang berkisar $13,39 \text{ m}^3/\text{s}$. Maka upaya pemerintah dengan melakukan normalisasi Sungai Cimande sudah benar, sehingga debit air yang dialirkan akan lebih besar dari kondisi sebelumnya.

Perubahan dimensi penampang sungai bagian hulu seperti pada Gambar 5.7, mampu mengalirkan debit sebesar 28,1 m³/s. Pada bagian tengah yang terlihat pada Gambar 5.8, mampu mengalirkan debit sebesar 30,87 m³/s dengan kemiringan 0,0007 dan mengalirkan debit sebesar 23,34 m³/s dengan kemiringan 0.0004. Sedangkan penampang sungai bagian hilir yang tampak pada Gambar 5.9, mampu mengalirkan debit sebesar 23,91 m³/s.

5.4 Analisa Program

Pada prinsipnya tindakan pengendalian banjir memang mengupayakan debit limpasan air dapat dengan cepat menuju hilir sungai, sehingga bagian hulu sungai dapat terus menampung debit limpasan air selanjutnya. Salah satu upaya yang dilakukan oleh BBWSC untuk tindakan pengendalian banjir, yaitu perbaikan sistem drainase. Salah satu perbaikan sistem drainase yang dilakukan yaitu normalisasi. Normalisasi yaitu upaya pengendalian banjir dengan melakukan perubahan dimensi penampang sungai dengan cara memperlebar, meningkatkan kedalaman aliran atau memperhalus permukaan sungai agar kecepatan dan kapasitas debit limpasan air hujan dapat meningkat (Lasminto, 2020).

Hal ini pula yang terjadi pada program normalisasi Sungai Cimande. Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa secara teoritis, upaya normalisasi Sungai Cimande dinilai berhasil dalam mengatasi banjir Rancaekek. Namun upaya perbaikan sistem drainase hanya berpusat pada normalisasi sungai dalam pengendalian banjir Rancaekek. Pengendalian banjir yang tidak sempurna, tetap akan menimbulkan banjir dan upaya pengendalian yang alah dilakukan akan menjadi tidak berguna. Maka dari itu diperlukan perbaikan sistem drainase yang menyeluruh, tidak terfokus pada drainase mayor yang dalam hal ini Sungai Cimande; perlu adanya perbaikan sistem jaringan drainase minor di wilayah Rancaekek.

Dengan perbaikan sistem drainase yang menyeluruh, upaya pengendalian banjir akan bekerja optimal karena adanya koneksi yang baik antara sistem drainase minor sebagai penyalur limpasan air hujan dari pemukiman dan jalan raya, serta Sungai Cimande yang menjadi drainase mayor bertugas

menyalurkan debit limpasan air hujan secara maksimal menuju drainase mayor yang lebih yaitu Sungai Citarum. Maka dari itu upaya pengendalian banjir Rancaekek dapat bekerja optimal, sehingga masyarakat Rancaekek dapat terbebas dari bahaya banjir yang rutin terjadi saat musim hujan tiba.

Guna mendukung upaya pengendalian banjir yang dilakukan oleh pemerintah, diperlukan juga upaya pemeliharaan dan edukasi kepada masyarakat akan pentingnya menjaga sungai. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah pembersihan penampang sungai dari endapan dan tanaman air yang mengganggu. Upaya pembersihan endapan dan tanaman air dapat dilakukan dengan cara melakukan pengerukan dengan menggunakan *excavator*, minimal sekali dalam setahun (PUPR, 2009).

Sedangkan edukasi yang diberikan pada masyarakat adalah dengan tidak membuang sampah sembarangan baik itu ke sungai maupun ke saluran drainase lainnya. Dengan begitu kejadian banjir yang rutin terjadi diharapkan dapat berkurang dan tidak kembali merugikan masyarakat.

BAB VI

KESIMPULAN & SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil pembahasan yang mengacu pada tujuan penelitian, yaitu

- Banjir yang terjadi di wilayah Rancaekek disebabkan oleh penurunan muka tanah dan diperparah dengan sistem drainase minor maupun mayor tidak bekerja optimal.
- Berdasarkan hasil perhitungan ulang, dimensi dan bentuk penampang Sungai Cimande hasil normalisasi sudah sesuai dengan kriteria desain saluran terbuka.
- Perubahan dimensi dan bentuk penampang sungai menghasilkan peningkatan kapasitas debit pengaliran sebesar 4-7 kali lipat atau $\pm 65\%$ dari debit pra – desain, yaitu $4,5-5 \text{ m}^3/\text{s}$ menjadi $23-30 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Normalisasi Sungai Cimande dapat berhasil sebagai upaya pengendalian banjir Rancaekek, jika ditunjang dengan upaya perbaikan sistem drainase minor guna penyaluran limpasan air hujan dapat lebih maksimal.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan, yaitu :

- Melakukan perbaikan sistem drainase yang ada dengan cara perhitungan ulang saluran, sehingga dapat mendukung penyaluran debit air hujan yang lebih baik.
- Dilakukan upaya pengendalian dengan cara pengerukan dengan menggunakan *excavator* minimal sekali dalam setahun.
- Perlu adanya edukasi kepada masyarakat bahwa dengan tidak membuang sampah sembarangan dapat mengurangi potensi terjadinya banjir saat musim hujan tiba.

DAFTAR PUSTAKA

- Adlyatma, R. (2018). Studi Normalisasi Sungai Kemuning Dalam Penanggulangan Banjir Di Kota Banjarbaru Kalimantan Selatan. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 1(1).
- BBWSC. (2015 - 2019a). *Data Debit Sungai Cimande*. Bandung: BBWS CITARUM.
- BBWSC. (2015 - 2019b). *Data Tinggi Muka Air Sungai Cimande*. Bandung: BBWS Citarum.
- BBWSC. (2016). *Perencanaan Normalisasi Sungai Cimande*. Bandung: BBWS Citarum.
- BBWSC. (2019). Tupoksi BBWS Citarum.
- Edisono, S. (1997). *Drainase Perkotaan*. Jakarta: Gunadarma.
- Google. (2015). Google Street View : Kondisi Sungai Cimande di samping Jl. Warung Cina. Retrieved from <https://www.google.co.id/maps/@-6.9689475,107.7976409,3a,75y,261.56h,77.98t/data=!3m6!1e1!3m4!1sA3jWvB8bIHZNbPbCC0h12Q!2e0!7i13312!8i6656?hl=id>
- Hasmar, H. (2002). *Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII Press.
- Kamila, N., Wardhana, I. W., & Sutrisno, E. (2016). Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Ecodrainage) Di Kelurahan Jatisari, Kecamatan Mijen, Kota Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 22(2), 63-72.
- Kinori, B. Z. (1970). *Manual of surface drainage engineering*: Elsevier Publishing Company.
- Lasminto, U. (2020). Normalisasi dan Naturalisasi Sungai Harus Sama-sama Dikerjakan.
- NUGRAHA, A. G. (2014). *REKAPITULASI KEJADIAN BANJIR TAHUN 2014 DI KABUPATEN BANDUNG*. Sorean: KASI TANGGAP DARURAT.
- Olin. (2017). *Pantau Banjir Jalan Raya Rancaekek, Wakapolda Jabar Turun Atur Lalu Lintas*. Retrieved from Bandung: <https://fokusjabar.id/2017/03/20/pantau-banjir-jalan-raya-rancaekek-wakapolda-jabar-turun-atur-lalu-lintas/>
- Priyanto, R. A., & Yosnanto, Y. (2016). Pengoptimalan Fungsi Lahan Sebagai Upaya Penanggulangan Banjir Kecamatan Rancaekek dengan Metode Sustainable Urban Drainage System (Hal. 1-13). *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 2(1), 1.
- PT. Geojaya Teknik. (Cartographer). (2012). Peta Rawan Bahaya Bencana Banjir
- PUPR, Kementrian. (2009). Pedoman Operasi dan Pemeliharaan Prasarana dan Sarana Drainase. In *Pengerukan Saluran Drainase Sekunder dan Primer Tipe Terbuka Dengan Menggunakan Excavator* (pp. 43). Jakarta: Direktorat Pengembangan Kesehatan Lingkungan Pemukiman.

PUSDALOPS-PB (Producer). (2020-2021). LAPORAN KEJADIAN BANJIR DI
KABUPATEN BANDUNG.

Supriyanto. (2013). Solusi Penanganan Banjir Rancaekek.

Suripin. (2004). *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.

Syarifudin, A. (2017). *Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan*. Yogyakarta:
Penerbit Andi.

Chow, V.T. (1959). *Open-channel Hydraulics*: McGraw-Hill.

Wesli, I. (2008). *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Wigati, R., & Soedarsono, S. (2016). Normalisasi Sungai Ciliwung Menggunakan Program
HEC-RAS 4.1 (Studi Kasus Cililitan-Bidara Cina). *Jurnal Fondasi*, 5(1).

Wiyono, A. S. (2016). *Dampak banjir, kawasan Rancaekek macet parah*. Retrieved from
Bandung: <https://www.merdeka.com/peristiwa/dampak-banjir-kawasan-rancaekek-macet-parah.html>

LAMPIRAN

REKAPITULASI PERHITUNGAN ULANG DEBIT DESAIN SUNGAI CIMANDE SETELAH UPAYA NORMALISASI

Das Bagian	STA	Segmen	Lebar (m)		Kedalaman (c) (m)	Freeboard (m)	n Manning	Slope (%)	Keliling basah (m)	Jari - Jari Hidrolis (m)	Luas (m ²)	Kecepatan (m/s)	Debit (m ³ /s)
			b	a									
Hilir	0	C2	24	6	4,5	0,5	0,02	0,02	246,21	0,30	75	0,32	23,91
Hilir	28	C3	24	6	4,5	0,5	0,02	0,02	246,21	0,30	75	0,32	23,91
Hilir	70	C4	24	6	4,5	0,5	0,02	0,02	246,21	0,30	75	0,32	23,91
Hilir	101	C5	24	6	4,5	0,5	0,02	0,02	246,21	0,30	75	0,32	23,91
Hilir	132	C6	24	6	4,5	0,5	0,02	0,02	246,21	0,30	75	0,32	23,91
Hilir	153	C7	24	6	4,5	0,5	0,02	0,02	246,21	0,30	75	0,32	23,91
Hilir	170	C8	24	6	4,5	0,5	0,02	0,02	246,21	0,30	75	0,32	23,91
Hilir	190	C9	24	6	4,5	0,5	0,02	0,02	246,21	0,30	75	0,32	23,91
Hilir	240	C10	24	6	4,5	0,5	0,02	0,02	246,21	0,30	75	0,32	23,91
Hilir	262	C11	24	6	4,5	0,5	0,02	0,02	246,21	0,30	75	0,32	23,91
Hilir	310	C12	24	6	4,5	0,5	0,02	0,02	246,21	0,30	75	0,32	23,91
Hilir	373	C13	24	6	4,5	0,5	0,02	0,02	246,21	0,30	75	0,32	23,91
Tengah	424	C14	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	474	C15	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	518	C16	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	553	C17	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	596	C18	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	632	C19	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	697	C20	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	720	C21	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	753	C22	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34

Das Bagian	STA	Segmen	Lebar (m)		Kedalaman (c) (m)	Freeboard (m)	n Manning	Slope (%)	Keliling basah (m)	Jari - Jari Hidrolis (m)	Luas (m ²)	Kecepatan (m/s)	Debit (m ³ /s)
			b	a									
Tengah	777	C23	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	804	C24	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	859	C25	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	891	C26	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	917	C27	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	951	C28	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	985	C29	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.021	C30	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.054	C31	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.092	C32	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.122	C33	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.154	C34	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.185	C35	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.228	C36	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.268	C37	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.308	C38	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.346	C39	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.382	C40	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.412	C41	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.447	C42	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.478	C43	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.503	C44	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.535	C45	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34

Das Bagian	STA	Segmen	Lebar (m)		Kedalaman (c) (m)	Freeboard (m)	n Manning	Slope (%)	Keliling basah (m)	Jari - Jari Hidrolis (m)	Luas (m ²)	Kecepatan (m/s)	Debit (m ³ /s)
			b	a									
Tengah	1.557	C46	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.590	C47	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.614	C48	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.651	C49	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.688	C50	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.738	C51	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.768	C52	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.838	C53	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.894	C54	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.919	C55	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	1.959	C56	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.004	C57	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.036	C58	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.074	C59	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.120	C60	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.156	C61	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.205	C62	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.247	C63	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.278	C64	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.324	C65	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.367	C66	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.406	C67	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.433	C68	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34

Das Bagian	STA	Segmen	Lebar (m)		Kedalaman (c) (m)	Freeboard (m)	n Manning	Slope (%)	Keliling basah (m)	Jari - Jari Hidrolis (m)	Luas (m ²)	Kecepatan (m/s)	Debit (m ³ /s)
			b	a									
Tengah	2.460	C69	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.497	C70	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.524	C71	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.567	C72	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.617	C73	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.669	C74	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.713	C75	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.765	C76	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.820	C77	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.850	C78	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.879	C79	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.898	C80	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.929	C81	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	2.980	C82	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.029	C83	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.080	C84	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.129	C85	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.180	C86	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.234	C87	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.264	C88	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.312	C89	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.338	C90	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.389	C91	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34

Das Bagian	STA	Segmen	Lebar (m)		Kedalaman (c) (m)	Freeboard (m)	n Manning	Slope (%)	Keliling basah (m)	Jari - Jari Hidrolis (m)	Luas (m ²)	Kecepatan (m/s)	Debit (m ³ /s)
			b	a									
Tengah	3.426	C92	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.482	C93	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.586	C93A	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.533	C94	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.553	C95	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.579	C96	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.626	C97	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.679	C98	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.729	C99	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.779	C100	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.829	C101	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.878	C102	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.972	C103	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	3.999	C104	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.049	C105	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.099	C106	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.149	C107	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.199	C108	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.249	C109	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.299	C110	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.347	C111	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.370	C112	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.407	C113	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34

Das Bagian	STA	Segmen	Lebar (m)		Kedalaman (c) (m)	Freeboard (m)	n Manning	Slope (%)	Keliling basah (m)	Jari - Jari Hidrolis (m)	Luas (m ²)	Kecepatan (m/s)	Debit (m ³ /s)
			b	a									
Tengah	4.438	C114	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.478	C115	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.522	C116	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.564	C117	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.589	C118	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.640	C119	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.590	C120	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.720	C121	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.764	C122	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.800	C123	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.851	C124	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.901	C125	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	4.951	C126	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.001	C127	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.051	C128	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.103	C129	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.146	C130	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.201	C131	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.251	C132	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.301	C133	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.351	C134	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.401	C135	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.434	C136	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34

Das Bagian	STA	Segmen	Lebar (m)		Kedalaman (c) (m)	Freeboard (m)	n Manning	Slope (%)	Keliling basah (m)	Jari - Jari Hidrolis (m)	Luas (m ²)	Kecepatan (m/s)	Debit (m ³ /s)
			b	a									
Tengah	5.461	C137	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.486	C138	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.515	C139	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.530	C140	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.582	C141	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.609	C142	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.639	C143	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.670	C144	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.720	C145	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.746	C146	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.771	C147	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.824	C148	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.870	C149	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.921	C150	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.938	C151	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	5.978	C152	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	6.016	C153	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	6.045	C154	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	6.094	C155	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	6.144	C156	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	6.193	C157	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	6.244	C158	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	6.295	C159	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34

Das Bagian	STA	Segmen	Lebar (m)		Kedalaman (c) (m)	Freeboard (m)	n Manning	Slope (%)	Keliling basah (m)	Jari - Jari Hidrolis (m)	Luas (m ²)	Kecepatan (m/s)	Debit (m ³ /s)
			b	a									
Tengah	6.345	C160	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	6.401	C161	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	6.437	C162	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	6.475	C163	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	6.525	C164	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	6.571	C165	19	5	3,8	0,5	0,02	0,04	168,63	0,31	51,6	0,45	23,34
Tengah	6.591	C166	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	6.606	C167	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	6.624	C168	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	6.642	C169	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	6.679	C170	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	6.723	C171	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	6.769	C172	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	6.798	C173	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	6.819	C174	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	6.864	C175	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	6.914	C176	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	6.956	C177	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	6.979	C178	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.010	C179	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.049	C180	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.070	C181	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.090	C182	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87

Das Bagian	STA	Segmen	Lebar (m)		Kedalaman (c) (m)	Freeboard (m)	n Manning	Slope (%)	Keliling basah (m)	Jari - Jari Hidrolis (m)	Luas (m ²)	Kecepatan (m/s)	Debit (m ³ /s)
			b	a									
Tengah	7.104	C183	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.121	C184	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.150	C185	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.182	C186	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.232	C187	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.271	C188	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.318	C189	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.428	C190	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.460	C191	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.503	C192	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.521	C193	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.544	C194	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.588	C195	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.600	C196	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.632	C197	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.646	C198	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.726	C199	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.759	C200	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.812	C201	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.829	C202	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.848	C203	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.901	C204	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87
Tengah	7.945	C205	19	5	3,8	0,5	0,02	0,07	168,63	0,31	51,6	0,60	30,87

Das Bagian	STA	Segmen	Lebar (m)		Kedalaman (c) (m)	Freeboard (m)	n Manning	Slope (%)	Keliling basah (m)	Jari - Jari Hidrolis (m)	Luas (m ²)	Kecepatan (m/s)	Debit (m ³ /s)
			b	a									
Hulu	7.985	C206	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.006	C207	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.034	C208	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.054	C209	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.092	C210	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.118	C211	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.171	C212	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.216	C213	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.268	C214	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.317	C215	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.380	C216	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.420	C217	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.479	C218	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.533	C219	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.550	C220	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.572	C221	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.618	C222	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.643	C223	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.667	C224	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.691	C225	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.759	C226	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.791	C227	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	8.898	C228	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10

Das Bagian	STA	Segmen	Lebar (m)		Kedalaman (c) (m)	Freeboard (m)	n Manning	Slope (%)	Keliling basah (m)	Jari - Jari Hidrolis (m)	Luas (m ²)	Kecepatan (m/s)	Debit (m ³ /s)
			b	a									
Hulu	8.960	C229	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	9.015	C230	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	9.064	C231	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	9.118	C232	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	9.167	C233	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	9.193	C234	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	9.223	C235	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	9.241	C236	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	9.259	C237	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	9.278	C238	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	9.306	C239	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	9.331	C240	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	9.348	C241	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10
Hulu	9.368	C242	17	4	3,3	0,5	0,02	0,1	133,42	0,30	39,9	0,70	28,10