

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Definisi Banjir dan Genangan**

##### **II.1.1 Banjir**

Menurut (Putuhena, 2018) Banjir adalah yang dimana suatu kondisi air tidak masuk atau tertampung ke dalam saluran pembuang atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah sekitarnya. Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerugian harta benda penduduk dan juga dapat pula menimbulkan korban jiwa. Peristiwa banjir ini disebabkan oleh luapan air yang disebabkan kurangnya kapasitas penampang saluran. Banjir di hulu dan biasanya arus banjirnya deras, daya gerusnya besar, sedangkan durasinya pendek. Sebaliknya arus di bagian hilir tidak deras akan tetapi durasi banjirnya panjang. Beberapa karakteristik yang berkaitan dengan banjir, di antaranya adalah :

1. Banjir dapat datang tiba – tiba dengan intensitas besar namun dapat langsung mengalir sekaligus
2. Banjir datang secara perlahan namun intensitas hujannya kecil.
3. Pola banjirnya bersifat musiman.
4. Banjir datang secara perlahan tetapi terjadi genangan yang lama di daerah daratan rendah.
5. Akibat yang ditimbulkan adalah terjadinya genangan, erosi, dan sedimentasi. Pada saat yang sama akibat yang lainnya adalah terisolasinya Kawasan pemukiman dan diperlukan evakuasi penduduk.

##### **II.1.2 Genangan**

Genangan adalah kondisi di mana air mengumpul atau menumpuk di suatu area tertentu, seperti jalan, lapangan, lahan, atau ruang bawah tanah. Ini terjadi ketika air hujan tidak dapat dengan cepat diserap oleh tanah atau dialirkan melalui sistem drainase yang ada. Sebagai hasilnya, air tetap berada di permukaan dan membentuk kolam atau genangan yang dapat mencapai ketinggian tertentu, Genangan dapat

terjadi dalam berbagai skala, mulai dari genangan kecil di permukaan jalan hingga genangan yang luas dan dalam yang dapat mengakibatkan kerusakan pada properti dan infrastruktur, serta mengganggu aktivitas manusia. Genangan umumnya terjadi pada daerah perkotaan atau permukiman yang memiliki permukaan yang impermeabel, seperti aspal, beton, atau bangunan, yang menghambat penyerapan air oleh tanah.

Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya genangan antara lain curah hujan yang tinggi dalam waktu singkat, kekurangan atau ketidakmampuan sistem drainase untuk menampung atau mengalirkan air, kemiringan dan kondisi topografi area terkait, serta adanya penyumbatan atau penghalang di saluran air atau drainase. Genangan juga dapat terjadi akibat kebocoran atau kerusakan pada infrastruktur pipa atau saluran drainase.

Dampak genangan dapat beragam. Secara ekonomi, genangan dapat mengganggu aktivitas bisnis, menyebabkan kerugian bagi pemilik properti, dan merusak infrastruktur. Dari segi lingkungan, genangan dapat menyebabkan penurunan kualitas air dan merusak ekosistem lokal. Genangan juga memiliki dampak sosial, seperti menyebabkan kemacetan lalu lintas, mengganggu aksesibilitas, meningkatkan risiko kecelakaan, dan menyebabkan ketidaknyamanan bagi penduduk setempat.

Manajemen genangan menjadi penting dalam perencanaan perkotaan dan pengelolaan air yang berkelanjutan. Upaya untuk mengurangi genangan melibatkan perencanaan yang bijaksana dalam tata ruang perkotaan, penggunaan teknologi dan infrastruktur yang tepat untuk mengalirkan air secara efektif, dan pemeliharaan yang baik terhadap sistem drainase. Dalam jangka panjang, tindakan pencegahan seperti memperbaiki saluran air, meningkatkan kapasitas drainase, meningkatkan penyerapan air oleh tanah, dan menerapkan praktik pengelolaan air yang berkelanjutan dapat membantu mengurangi risiko genangan di perkotaan (Kusumadewi et al., 2012).

## **II.2 Jenis jenis Banjir**

Menurut (Miardini & Saragih, 2019). Sebab yang menjadikan terjadinya Banjir dikemu yaitu bahwa, banjir disebabkan oleh 5 hal yaitu :

1. Banjir bandang : Banjir bandang terjadi ketika curah hujan yang tinggi terjadi dalam waktu yang relatif singkat dan membanjiri wilayah yang lebih rendah. Hal ini sering terjadi di daerah pegunungan.
2. Banjir sungai : Banjir sungai terjadi ketika air sungai melebihi kapasitasnya dan membanjiri wilayah sekitarnya. Penyebabnya bisa bervariasi, termasuk curah hujan yang tinggi, salju yang mencair, atau ledakan bendungan.
3. Banjir rob: Banjir rob terjadi ketika air laut meluap dan membanjiri wilayah pantai atau daerah yang lebih rendah dari permukaan laut. Penyebabnya bisa bervariasi, termasuk badai, pasang surut yang tinggi, atau gempa bumi yang memicu tsunami.
4. Banjir genangan: Banjir banjir terjadi ketika sistem drainase atau saluran air tidak mampu menampung air yang melimpah, sehingga membanjiri wilayah sekitarnya. Hal ini dapat disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, atau aliran air yang tertahan.
5. Banjir longsor: Banjir longsor terjadi ketika tanah longsor ke sungai atau saluran air, atau ketika aliran air menyebabkan tanah dan batuan longsor. Hal ini dapat disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, gempa bumi, atau pembangunan yang tidak tepat di lereng gunung

## **II.3 Faktor Penyebab banjir**

Banjir disebabkan oleh dua kategori yaitu banjir akibat alami dan banjir akibat aktivitas manusia. Banjir akibat alami dipengaruhi oleh curah hujan, fisiografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase dan pengaruh air pasang. Sedangkan banjir akibat aktivitas manusia disebabkan karena ulah manusia yang menyebabkan perubahan-perubahan lingkungan seperti : perubahan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS), kawasan pemukiman di sekitar bantaran, rusaknya drainase lahan, kerusakan bangunan pengendali banjir, rusaknya hutan (vegetasi alami), dan perencanaan sistim pengendalibanjir yang tidak tepat (Jain, 2000).

### **II.3.1 Penyebab banjir secara alami**

Penyebab banjir secara alami adalah faktor-faktor alamiah yang dapat menyebabkan terjadinya banjir. Penting untuk memahami penyebab banjir secara alami agar dapat mengambil langkah-langkah pencegahan dan mitigasi yang tepat guna mengurangi risiko banjir di masa depan (Eldi, 2020). Beberapa faktor banjir secara alami diantaranya:

1. Curah hujan yang tinggi: Hujan yang berkepanjangan dan dalam jumlah besar dapat menyebabkan sungai dan danau meluap, serta menyebabkan banjir di daerah yang terletak di hilir.
2. Tanah yang jenuh air: Tanah yang jenuh air tidak dapat menyerap lebih banyak air lagi, sehingga air melimpah di permukaan tanah dan dapat menyebabkan banjir.
3. Topografi daerah: Daerah yang berada di dataran rendah atau di lereng gunung mempunyai kemungkinan lebih tinggi terkena banjir akibat terjadinya aliran air yang deras.
4. Sungai yang berkelok-kelok: Sungai yang berkelok-kelok dapat memperlambat aliran air dan membuatnya tergenang, sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya banjir.
5. Musim kemarau yang panjang: Pada musim kemarau yang panjang, tanah menjadi kering dan tidak dapat menyerap air dengan baik saat terjadi hujan lebat, sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya banjir.
6. Letak geografis: Daerah yang terletak di dekat pantai memiliki risiko lebih tinggi terkena banjir akibat pasang surut atau ombak besar.
7. Erupsi gunung berapi: Erupsi gunung berapi dapat menyebabkan aliran lahar dan banjir bandang, yang dapat merusak lingkungan sekitarnya dan mengancam keselamatan manusia.
8. Perubahan iklim: Perubahan iklim dapat mempengaruhi pola curah hujan dan suhu, sehingga meningkatkan risiko banjir di beberapa daerah.
9. Sedimentasi dapat menjadi salah satu faktor penyebab banjir dalam beberapa situasi. Sedimentasi mengacu pada proses pengendapan material padat seperti pasir, lumpur, tanah, dan batuan ke dalam aliran air yang lebih lambat, seperti sungai, danau, atau saluran pembuangan.

### **II.3.2 Faktor penyebab banjir secara manusia**

Faktor penyebab banjir secara manusia melibatkan aktivitas manusia yang berkontribusi terhadap peningkatan risiko banjir (Miardini et al., 2019). Beberapa faktor tersebut adalah :

1. Menurunnya fungsi DAS sebagai daerah resapan : Kemampuan DAS khususnya di bagian hulu untuk meresapkan air dan menahan air hujan semakin berkurang disebabkan oleh penggundulan hutan, usaha pertanian yang kurang tepat, perluasan kota, dan perubahan tata guna lahan lainnya. Hal tersebut dapat memperburuk masalah banjir karena dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas banjir.
2. Kawasan kumuh: Perumahan kumuh yang terdapat di sepanjang tepian sungai merupakan penghambat aliran. Luas penampang aliran sungai akan berkurang akibat pemanfaatan bantaran untuk pemukiman kumuh warga. Masalah Kawasan kumuh dikenal sebagai faktor penting terhadap masalah banjir daerah perkotaan.
3. Sampah: Ketidak disiplin masyarakat yang membuang sampah langsung ke sungai bukan pada tempat yang ditentukan dapat mengakibatkan naiknya muka air banjir.
4. Bendung dan bangunan lain : Bendung dan bangunan lain seperti pilar jembatan dapat meningkatkan elevasi muka air banjir karena efek aliran balik (backwater).
5. Kerusakan bangunan pengendali banjir : Pemeliharaan yang kurang memadai dari bangunan pengendali banjir sehingga menimbulkan kerusakan dan akhirnya menjadi tidak berfungsi dapat meningkatkan kuantitas banjir.
6. Perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat : Beberapa sistem pengendalian banjir memang dapat mengurangi kerusakan akibat banjir kecil sampai sedang, tetapi mungkin dapat menambah kerusakan selama banjir-banjir yang besar. Sebagai contoh bangunan tanggul sungai yang tinggi. Limpasan pada tanggul pada waktu terjadi banjir yang melebihi banjir rencana dapat menyebabkan keruntuhan tanggul, hal ini menimbulkan kecepatan aliran air menjadi sangat besar yang melalui bobolnya tanggul sehingga menimbulkan banjir yang besar.

## II.4 Dampak banjir

Menurut (Darwiyanto et al., 2017) kerugian akibat banjir pada umumnya sulit diidentifikasi secara jelas, dimana terdiri dari kerugian banjir akibat banjir langsung dan tak langsung. Kerugian akibat banjir langsung, merupakan kerugian fisik akibat banjir yang terjadi antara lain :

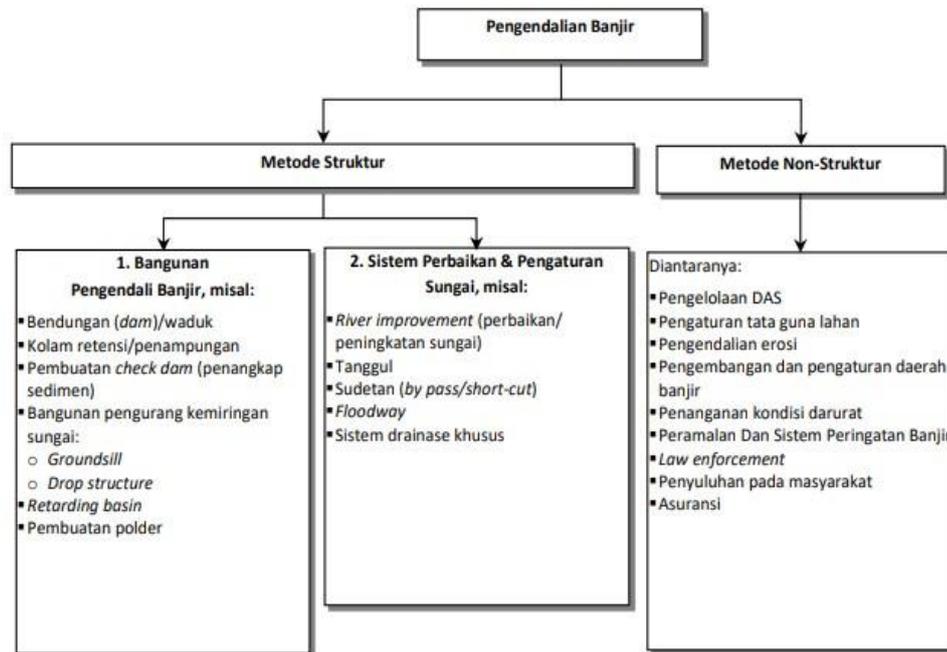
1. Kerusakan bangunan dan infrastruktur: Banjir dapat merusak bangunan, jalan, jembatan, dan infrastruktur lainnya, sehingga menyebabkan kerusakan yang signifikan.
2. Kehilangan jiwa: Banjir dapat menyebabkan korban jiwa akibat tenggelam, tertimpa reruntuhan bangunan, terseret arus, atau tertimpa pohon yang tumbang.
3. Kerugian ekonomi: Banjir dapat mengganggu aktivitas ekonomi dan merusak persediaan barang dan jasa, sehingga menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan.
4. Gangguan kesehatan: Banjir dapat menyebabkan penyakit yang menyebar dengan mudah, seperti diare, infeksi kulit, dan penyakit lainnya.
5. Kerusakan lingkungan: Banjir dapat merusak ekosistem dan mengancam flora dan fauna yang tinggal di daerah yang terkena banjir.
6. Gangguan sosial: Banjir dapat mengganggu kehidupan sosial masyarakat, seperti kehilangan tempat tinggal, pengungsian, dan peningkatan tingkat kriminalitas.
7. Gangguan transportasi: Banjir dapat mengganggu transportasi dan mobilitas, karena jalan menjadi rusak atau tergenang air, sehingga membuat aktivitas transportasi menjadi sulit dan tidak memungkinkan.
8. Kekurangan air bersih: Banjir dapat merusak sistem pasokan air bersih dan mengancam ketersediaan air bersih untuk kebutuhan manusia

## II.5 Sistem pengendalian banjir

Pada hakekatnya pengendalian banjir merupakan suatu yang kompleks. Dimensi rekayasanya (engineering) melibatkan banyak disiplin ilmu teknik antara lain: hidrologi, hidraulika, erosi DAS, teknik sungai, morfologi & sedimentasi sungai, rekayasa sistem pengendalian banjir, sistem drainase kota, bangunan air dll. Di samping itu suksesnya program pengendalian banjir juga tergantung dari aspek lainnya yang menyangkut sosial, ekonomi, lingkungan, institusi, kelembagaan, hukum dan lainnya. Politik juga merupakan aspek yang penting, bahkan kadang menjadi paling penting. Dukungan politik yang kuat dari berbagai instansi baik eksekutif (Pemerintah), legislatif (DPR/DPRD) dan yudikatif akan sangat berpengaruh kepada solusi banjir kota. Sistem pengendalian banjir pada suatu daerah perlu dibuat dengan baik dan efisien, memperhatikan kondisi yang ada dan pengembangan pemanfaatan sumber air mendatang (Aylor & Ndraha, 2018). Pada penyusunan sistem pengendalian banjir perlu adanya evaluasi dan analisis atau memperhatikan hal-hal yang meliputi antara lain :

1. Analisis cara pengendalian banjir yang ada pada daerah tersebut / yang sedang berjalan.
2. Evaluasi dan analisis daerah genangan banjir, termasuk data kerugian akibat banjir.
3. Evaluasi dan analisis tata guna tanah di daerah studi, terutama di daerah bawah / dataran banjir.
4. Evaluasi dan analisis daerah pemukiman yang ada maupun perkembangan yang akan datang.
5. Memperhatikan potensi & pengembangan sumber daya air mendatang.
6. Memperhatikan pemanfaatan sumber daya air yang ada termasuk bangunan yang ada.

Dengan memperhatikan hal-hal tersebut di atas dapat direncanakan system pengendalian banjir dengan menyesuaikan kondisi yang ada, dengan berbagai cara mulai dari dari hulu sampai hilir yang mungkin dapat dilaksanakan. Cara pengendalian banjir dapat dilakukan secara struktur dan non struktur (Rahma Rismasari et al., 2018).



**Gambar II. 1** Sistem Pengendali Banjir Metode Struktural & Non Struktural

### II.5.1 Sistem Pengendali banjir metode struktural

Sistem pengendalian banjir metode struktural dalam konteks banjir mengacu pada pendekatan dalam menghadapi dan mengendalikan banjir dengan membangun struktur fisik. Metode ini melibatkan konstruksi berbagai infrastruktur yang bertujuan untuk meminimalkan kerusakan akibat banjir, mengendalikan aliran air, dan melindungi daerah yang rentan terhadap banjir.

Beberapa contoh metode struktural yang digunakan dalam pengendalian banjir meliputi:

#### 1. Bendungan/ waduk

Bendungan adalah bangunan yang berupa urugan tanah, urugan batu, beton, dan/atau pasangan batu yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, dapat pula dibangun untuk menahan dan menampung limbah tambang (tailing), atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk (PP No 37 Tahun 2010). Definisi lain bendungan atau dam adalah konstruksi yang dibangun untuk menahan laju air menjadi waduk, danau, atau tempat rekreasi termasuk di antaranya menahan laju sedimentasi yang ditampung dalam tampungan mati/dead storage.

Waduk adalah wadah buatan yang terbentuk sebagai akibat dibangunnya bendungan (PP No 37 Tahun 2010). Waduk pada umumnya dibangun untuk pengembangan sumber daya air sungai, dengan menampung air pada waktu musim hujan untuk memperbaiki kondisi aliran sungai terutama pada musim kemarau. Hal ini untuk mengantisipasi kebutuhan air yang meningkat terutama pada musim kemarau. Di samping itu waduk biasanya dibangun untuk beberapa manfaat yang disebut multi guna atau multi purpose dam, misalnya untuk irigasi, penyediaan air baku (air minum), pembangkit listrik tenaga air, dsb.

## 2. Kolam retensi/penampungan (retention basin)

Seperti halnya bendungan, kolam penampungan (retention basin) berfungsi untuk menyimpan sementara debit sungai sehingga puncak banjir dapat dikurangi, retention berarti penyimpanan. Tingkat pengurangan banjir tergantung pada karakteristik hidrograf banjir, volume kolam dan dinamika beberapa bangunan outlet. Wilayah yang digunakan untuk kolam penampungan biasanya di daerah dataran rendah atau rawa. Dengan perencanaan dan pelaksanaan tataguna lahan yang baik, kolam penampungan dapat digunakan untuk pertanian. Untuk strategi pengendalian yang andal diperlukan

## 3. Pembuatan check dam (penangkap sedimen)

Check dam adalah bangunan kecil temporer atau tetap yang dibangun melintang saluran/sungai untuk memperkecil kemiringan dasar memanjang sungai sehingga bisa mereduksi kecepatan air, erosi dan membuat sedimen bisa tinggal di bagian hulu bangunan. Sehingga bangunan ini bisa menstabilkan saluran atau sungai.

## 4. Bangunan pengurang kemiringan sungai

Bangunan ini bisa berupa drop structure atau groundsill. Manfaatnya adalah bisa mengurangi kecepatan air, dan untuk groundsill juga dapat mencegah scouring pada hilir bendung atau pilar jembatan.

## 5. Retarding basin

Retarding basin adalah suatu kawasan (cekungan) yang didesain dan dioperasikan untuk tampungan (storage) sementara sehingga bisa mengurangi puncak banjir dari suatu sungai. Dapat dikatakan pula suatu tampungan (reservoir) yang mengurangi puncak banjir melalui simpanan sementara.

#### 6. Pembuatan Polder

Polder adalah sebidang tanah yang rendah, dikelilingi oleh embankment baik bisa berupa tanah urugan/timbunan atau tanggul pasangan beton atau batu kali yang membentuk semacam kesatuan hidrologis buatan, yang berarti tidak ada kontak dengan air dari daerah luar polder selain yang dialirkan melalui saluran buatan manusia bisa berupa saluran terbuka atau pipa.

### **II.5.2 Sistem Pengendali banjir metode non struktur**

Analisis pengendalian banjir dengan tidak menggunakan bangunan pengendali akan memberikan pengaruh cukup baik terhadap regim sungai. Contoh aktifitas penanganan tanpa bangunan adalah sebagai berikut:

#### 1. Pengelolaan DAS

Pengelolaan DAS Pengelolaan DAS berhubungan erat dengan peraturan, pelaksanaan dan pelatihan. Kegiatan penggunaan lahan dimaksudkan untuk menghemat dan menyimpan atau menahan air dan konservasi tanah.

Pengelolaan DAS mencakup aktivitas-aktivitas berikut ini:

Pemeliharaan vegetasi di bagian hulu DAS.

Pemeliharaan dapat dilakukan dengan metode sebagai berikut :

- a. Penanaman vegetasi untuk mengendalikan atau mengurangi kecepatan aliran permukaan dan erosi tanah.
- b. Pemeliharaan vegetasi alam, atau penanaman vegetasi tahan air yang tepat, sepanjang tanggul drainase, saluran-saluran dan daerah lain untuk pengendalian aliran yang berlebihan atau erosi tanah.

- c. Mengatur secara khusus bangunan-bangunan pengendali banjir (misal check dam) sepanjang dasar aliran yang mudah tererosi.
- d. Pengelolaan khusus untuk mengantisipasi aliran sedimen yang dihasilkan dari kegiatan gunung berapi yang dikenal dengan nama debris flow. Sasaran penting dari kegiatan pengelolaan DAS adalah untuk mencapai keadaan-keadaan berikut:
- e. Mengurangi debit banjir di daerah hilir.
- f. Mengurangi erosi tanah dan muatan sedimen di sungai.
- g. Meningkatkan produksi pertanian yang dihasilkan dari penataan guna tanah dan perlindungan air.
- h. Meningkatkan lingkungan di DAS dan daerah sempadan sungai.

## 2. Perubahan tata guna lahan

Pengaturan tata guna lahan di daerah aliran sungai, ditujukan untuk mengatur penggunaan lahan, sesuai dengan rencana pola tata ruang wilayah yang ada. Hal ini untuk menghindari penggunaan lahan yang tidak terkendali, sehingga mengakibatkan kerusakan daerah aliran sungai yang merupakan daerah tadah hujan. Pada dasarnya pengaturan penggunaan lahan di daerah aliran sungai dimaksudkan untuk:

- a. Memperbaiki kondisi hidrologis DAS, sehingga tidak menimbulkan banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau.
- b. Menekan laju erosi DAS yang berlebihan, sehingga dapat memperkecil laju sedimentasi pada alur sungai di bagian hilir.

## 3. Pengendalian erosi

Sedimen di suatu potongan melintang sungai merupakan hasil erosi di daerah aliran di hulu potongan tersebut dan sedimen tersebut terbawa oleh aliran dari tempat erosi terjadi menuju penampang melintang itu. Oleh karena itu kajian pengendalian erosi dan sedimentasi juga berdasarkan kedua hal tersebut di atas, yaitu berdasarkan kajian supply limited dari DAS atau kapasitas transport dari sungai.

Faktor pengelolaan penanaman memberikan andil yang paling besar dalam mengurangi laju erosi. Jenis dan kondisi semak (bush) dan tanaman pelindung yang bisa memberikan peneduh (canopy) untuk tanaman di bawahnya cukup besar dampaknya terhadap laju erosi. Pengertian ini secara lebih spesifik menyatakan bahwa dengan pengelolaan tanaman yang benar sesuai kaidah teknis berarti dapat menekan laju erosi yang signifikan.

#### 4. Pengembangan daerah banjir

Ada 4 (empat) strategi dasar untuk pengembangan daerah banjir yang meliputi: a. Modifikasi kerentanan dan kerugian banjir (penentuan zona atau pengaturan tata guna lahan).

b. Pengaturan peningkatan kapasitas alam untuk dijaga kelestariannya seperti penghijauan.

c. Modifikasi dampak banjir dengan penggunaan teknik mitigasi seperti asuransi dan penghindaran banjir (flood proofing).

d. Modifikasi banjir yang terjadi (pengurangan) dengan bangunan pengontrol (waduk) atau normalisasi sungai.

#### 5. Pengaturan daerah banjir

Pada kegiatan ini dapat meliputi seluruh kegiatan dalam perencanaan dan tindakan yang diperlukan untuk menentukan kegiatan, implementasi, revisi perbaikan rencana, pelaksanaan, dan pengawasan secara keseluruhan aktivitas di daerah dataran banjir yang diharapkan berguna dan bermanfaat untuk masyarakat di daerah tersebut, dalam rangka menekan kerugian akibat banjir. Kadang-kadang kita dikaburkan adanya istilah flood plain management dan flood control, bahwa manajemen di sini dimaksudkan hanya untuk pengaturan penggunaan lahan (landuse) sehubungan dengan banjir dan flood control untuk pengendalian mengatasi secara keseluruhan. Demikian pula antara flood plain zoning dan flood plain regulation, zoning hanya merupakan salah satu cara pengaturan dan merupakan bagian dari manajemen daerah dataran banjir. Manajemen daerah dataran banjir pada dasarnya bertujuan untuk:

- a. Meminimumkan korban jiwa, kerugian maupun kesulitan yang diakibatkan oleh banjir yang akan terjadi.
- b. Merupakan suatu usaha untuk mengoptimalkan penggunaan lahan di daerah dataran banjir dimasa mendatang, yaitu memperhatikan keuntungan individu ataupun masyarakat sehubungan dengan biaya yang dikeluarkan.

## **II.6 Daerah Aliran Sungai (DAS)**

Daerah aliran sungai (DAS) adalah wilayah atau daerah yang dibatasi oleh pegunungan, bukit, atau dataran tinggi yang mengalirkan air ke satu sungai utama atau anak sungai yang lebih kecil. Dalam DAS, air hujan dan air permukaan mengalir ke sungai utama melalui anak sungai, parit, dan selokan. Daerah aliran sungai sering juga disebut sebagai "catchment area" atau "watershed"

Fungsi dari daerah aliran sugai adalah berfungsi untuk menerima air hujan, sedimen, dan mengalirkannya melalui anak-anak sungai dan keluar pada satu titik (outlet) serta menjaga kualitas air.

DAS adalah suatu wilayah daratan yang dibatasi oleh batas alam berupa topografi yang berfungsi untuk menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang diterima menuju ke sistem sungai terdekat yang selanjutnya bermuara di waduk atau danau atau laut. Definisi lain menyatakan DAS adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung –punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama.

Kerusakan DAS disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya adalah penebangan hutan secara besar-besaran, penggunaan lahan yang tidak sesuai, perubahan iklim, penambangan, pencemaran, dan kebakaran hutan. Penebangan hutan secara besar-besaran dapat menyebabkan tanah menjadi lebih mudah erosi dan mengurangi ketersediaan air. Penggunaan lahan yang tidak sesuai dapat merusak ekosistem dan menyebabkan erosi tanah dan pencemaran air. Perubahan iklim dapat menyebabkan perubahan pola curah hujan yang berdampak pada ketersediaan air dan risiko banjir dan kekeringan. Penambangan mineral dan batubara dapat merusak kualitas air dan

tanah, sementara pencemaran air sungai dapat terjadi akibat limbah industri, domestik, dan pertanian yang dibuang ke dalam sungai tanpa pengolahan yang memadai. Kebakaran hutan dapat menghilangkan vegetasi dan meningkatkan risiko erosi tanah dan banjir. Pengelolaan DAS yang berkelanjutan perlu dilakukan untuk mengatasi masalah kerusakan DAS yang terjadi.

## **II.7 Karakteristik DAS**

Karakteristik DAS merupakan gambaran spesifik mengenai DAS yang dicirikan oleh parameter yang berkaitan dengan keadaan morfometri, topografi, tanah geologi, vegetasi, penggunaan lahan, hidrologi dan manusia. Karakteristik DAS pada dasarnya dibagi menjadi 2 (dua) yaitu karakteristik biogeofisik dan karakteristik sosial ekonomi budaya dan kelembagaan (Anita Rahmawati et al., 2014). Karakteristik DAS secara rinci dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Topografi: DAS terbentuk oleh kondisi topografi, yaitu bentuk dan kemiringan permukaan bumi yang mengarahkan aliran air ke sungai. Topografi yang curam dapat meningkatkan risiko banjir dan longsor, sedangkan topografi yang landai dapat memudahkan pengelolaan DAS.
2. Hidrologi: DAS memiliki siklus hidrologi yang unik, yaitu sirkulasi air dari atmosfer ke permukaan bumi, ke dalam tanah, dan ke dalam sungai. Ketersediaan air di DAS sangat penting untuk kehidupan manusia, flora, dan fauna.
3. Tutupan Vegetasi: Vegetasi di DAS memiliki peran penting dalam menjaga kesuburan tanah, memperbaiki kualitas air, dan menjaga kelestarian lingkungan. Jenis vegetasi di DAS dapat bervariasi, dari hutan hujan tropis, savana, hingga padang rumput.
4. Kualitas Tanah: Tanah di DAS memiliki kualitas yang berbeda-beda, tergantung pada jenis tanah, vegetasi, dan penggunaan lahan. Kualitas tanah yang baik dapat mempertahankan daya dukung DAS terhadap air dan mengurangi risiko erosi.
5. Ketersediaan Sumber Daya: DAS dapat memberikan sumber daya yang beragam, seperti air, kayu, dan tanah. Pengelolaan sumber daya di DAS harus

dilakukan secara bijak dan berkelanjutan agar dapat dipertahankan kelestariannya.

6. Pemanfaatan Lahan: Pemanfaatan lahan di DAS dapat memengaruhi kualitas tanah, vegetasi, dan ketersediaan air. Pengelolaan lahan yang tidak tepat dapat merusak kesuburan tanah dan mengurangi daya dukung DAS terhadap air.
7. Aktivitas Manusia: Aktivitas manusia, seperti pembangunan infrastruktur, pertanian, pertambangan, dan industri, dapat memengaruhi kualitas air dan mengurangi daya dukung DAS terhadap air

## **II.8 Faktor Penyebab Rusaknya DAS**

Faktor penyebab banjir secara manusia melibatkan aktivitas manusia yang berkontribusi terhadap peningkatan risiko banjir (Nuzul et al., 2021). Beberapa faktor tersebut adalah:

1. Perubahan tata guna lahan: Perubahan tata guna lahan yang tidak terencana atau tidak memperhatikan aspek drainase dapat mengurangi kemampuan alamiah tanah untuk menyerap air hujan. Pembangunan perkotaan yang cepat, konversi lahan pertanian menjadi kawasan pemukiman atau industri, serta penebangan hutan yang berlebihan dapat menyebabkan peningkatan aliran permukaan dan mengurangi penyerapan air oleh tanah.
2. Drainase yang buruk: Sistem drainase yang tidak memadai, termasuk saluran air yang tersumbat, selokan yang tidak terpelihara, atau drainase perkotaan yang tidak memadai, dapat menyebabkan genangan dan penumpukan air saat terjadi hujan deras. Kurangnya perawatan dan pemeliharaan sistem drainase juga dapat mempengaruhi kemampuan sistem tersebut untuk mengalirkan air dengan baik.
3. Pembangunan infrastruktur yang tidak tepat: Pembangunan infrastruktur seperti jalan, bangunan, dan tanggul dapat mengubah aliran air alami. Pembuatan tanggul atau reklamasi lahan tanpa memperhitungkan dampaknya terhadap aliran air sungai atau aliran permukaan dapat meningkatkan risiko banjir di daerah sekitarnya.

4. Pengurangan daerah resapan: Pengurangan daerah resapan, seperti betonisasi atau pengerasan permukaan tanah yang luas, mengurangi kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air. Hal ini menyebabkan peningkatan aliran permukaan dan meningkatkan risiko banjir.
5. Pembuangan limbah dan sampah yang tidak tepat: Pembuangan limbah dan sampah yang tidak tepat, terutama di saluran air atau sistem drainase, dapat menyebabkan penyumbatan dan penghalangan aliran air. Hal ini dapat mengganggu aliran alami dan menyebabkan banjir.
6. Perubahan iklim dan pola curah hujan: Meskipun ini adalah faktor alamiah, aktivitas manusia seperti emisi gas rumah kaca yang menyebabkan perubahan iklim dapat mempengaruhi pola curah hujan. Perubahan iklim yang tidak stabil dan pola curah hujan yang tidak terduga dapat meningkatkan risiko banjir.

Untuk mengurangi risiko banjir yang disebabkan oleh faktor manusia, penting untuk menerapkan perencanaan perkotaan yang bijaksana, mengelola sistem drainase dengan baik, mempertimbangkan aspek drainase dalam pembangunan, serta melakukan pengelolaan limbah dan sampah yang tepat. Upaya mitigasi dan penyesuaian terhadap perubahan iklim juga diperlukan untuk mengurangi dampak banjir yang disebabkan oleh faktor manusia (Isma & Purwandito, 2019).

## **II.9 Pengertian Drainase**

Drainase (drainage) berasal dari kata *to drain* yang memiliki arti mengeringkan atau mengalirkan air. Kata drainase merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan sistem-sistem penanganan masalah kelebihan air, baik di atas maupun di bawah permukaan tanah yang disebabkan karena intensitas hujan yang tinggi atau durasi hujan yang lama (Harmani & Soemantoro, 2016). Menurut Suripin (2004) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam

kaitannya dengan sanitasi. Jadi, drainase menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah (Irfany Muhammad & Abdul Aziz, 2020).

Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. Dari sudut pandang yang lain, drainase adalah salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang amna, nyaman, bersih, dan sehat. Prasarana drainase disini berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah) dan atau bangunan resapan. Selain itu juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daeran becek, genangan air dan banjir (APRILIANA, 2021).

### **II.9.1 Pengertian Drainase Perkotaan**

Drainase adalah sistem pengaturan air di kota yang bertujuan untuk mengalirkan air hujan dan limbah ke tempat yang tepat. Drainase perkotaan terdiri dari berbagai elemen seperti saluran pembuangan, bak penampung, pompa air, dan pintu air. Sistem ini sangat penting dalam menjaga kesehatan masyarakat dan mencegah banjir di daerah perkotaan (Ardy Gunawan et al., 2016) .

Pemahaman secara umum mengenai drainase perkotaan adalah suatu ilmu dari drainase yang mengkhususkan pengkajian pada suatu kawasan perkotaan, yaitu merupakan suatu sistem pengeringan serta pengaliran air genangan (banjir) akibat adanya hujan lokal (hanya terjadi di kota tersebut) dari wilayah perkotaan yang meliputi pemukiman, kawasan industri dan perdagangan, sekolah, serta tempat-tempat lainnya yang merupakan bagian dari sarana kota, untuk kemudian dialirkan ke laut / saluran pengendali banjir, termasuk penanganan genangan yang terjadi pada daerah perkotaan yang mempunyai ketinggian muka tanah di bawah muka air laut maupun muka air banjir pada saluran / sungai pengendali banjir serta perlu adanya pengelolaan drainase perkotaan yang baik, termasuk pengawasan dan pemeliharaan rutin terhadap sistem drainase. Selain itu, perlu juga dilakukan edukasi dan sosialisasi kepada masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya dan tidak membuang sampah di drainase, karena sampah dapat

menyumbat saluran air dan memperburuk kondisi drainase perkotaan (Indra Pratama Himari, 2019).

## **II.9.2 Permasalahan sistem drainase perkotaan**

Permasalahan drainase perkotaan merujuk pada tantangan yang terkait dengan sistem drainase di daerah perkotaan. Drainase adalah proses pengumpulan, pengalihan, dan pembuangan air hujan dari permukaan tanah ke sistem saluran atau sungai. Dalam konteks perkotaan, permasalahan drainase dapat menjadi lebih kompleks karena adanya perkembangan perkotaan yang intensif dan kepadatan penduduk yang tinggi. Berikut adalah beberapa permasalahan umum yang terkait dengan drainase perkotaan (Fairizi et al., 2015).

1. Banjir: Kota-kota besar sering mengalami banjir akibat intensitas hujan yang tinggi dan sistem drainase yang tidak mampu menampung aliran air yang besar. Perkembangan pembangunan yang tidak terkendali juga menyebabkan kurangnya lahan terbuka hijau yang dapat menyerap air hujan, sehingga memperburuk situasi banjir.
2. Keterbatasan lahan: Lahan yang terbatas di perkotaan membuat sulitnya merancang sistem drainase yang efektif. Terkadang saluran drainase harus melewati bangunan atau bahkan melalui gedung, sehingga sulit untuk memperbaiki atau memperluas sistem drainase.
3. Pencemaran lingkungan: Sistem drainase di perkotaan seringkali mengalami masalah dengan limbah industri dan limbah domestik. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah ini dapat mencemari air permukaan dan tanah, merusak ekosistem dan mempengaruhi kesehatan manusia.
4. Kebocoran pipa: Sistem drainase di perkotaan sering mengalami masalah dengan kebocoran pipa karena banyaknya pipa yang sudah tua dan rusak, serta kerusakan akibat pembangunan dan aktivitas manusia lainnya.
5. Kurangnya perawatan: Sistem drainase di perkotaan membutuhkan perawatan rutin untuk menjaga agar tetap berfungsi dengan baik. Sayangnya, perawatan rutin seringkali kurang dilakukan, sehingga menyebabkan masalah yang lebih serius di masa depan.

Untuk mengatasi masalah-masalah tersebut, perlu dilakukan pengelolaan air hujan yang lebih baik, dengan memperbanyak lahan terbuka hijau dan merancang sistem drainase yang lebih efektif dan berkelanjutan. Selain itu, dibutuhkan juga peningkatan kualitas limbah dan perawatan rutin pada sistem drainase. Dalam jangka panjang, pemerintah juga dapat mempertimbangkan untuk merencanakan pembangunan perkotaan yang lebih berkelanjutan dan mengintegrasikan sistem drainase dalam perencanaan pembangunan kota secara keseluruhan (Anita Rahmawati et al., 2014).

## **II.10 Tujuan pembuatan drainase**

Menurut (Fahrizal Zulkarnain & Irma Dewi, 2020). Tujuan dengan adanya sistem drainase antara lain :

1. Mengalirkan air lebih dari suatu kawasan yang berasal dari air hujan maupun air buangan, agar tidak terjadi genangan yang berlebihan (banjir) pada suatu kawasan tertentu
2. Mengeringkan daerah becek dan genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah.
3. Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal.
4. Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada. Karena suatu kota terbagi-bagi menjadi beberapa kawasan, maka drainase di masing-masing Kawasan merupakan komponen yang saling terkait dalam suatu jaringan drainase perkotaan dan membentuk satu sistem drainase perkotaan

Sedangkan arahan dalam pelaksanaannya adalah :

1. Harus dapat diatasi dengan biaya ekonomis.
2. Pelaksanaannya tidak menimbulkan dampak sosial yang berat.
3. Dapat dilaksanakan dengan teknologi sederhana.
4. Memanfaatkan semaksimal mungkin saluran yang ada.
5. Jaringan drainase harus mudah pengoperasian dan pemeliharaannya.
6. Mengalirkan air hujan ke badan sungai yang terdekat.

## **II.11 Perencanaan sistem drainase**

Menurut (Th.Dwiati Wismarini & Dewi Handayani Untari Ningsih, 2010) Perencanaan Sistem Drainase meliputi :

### 1. Landasan perencanaan

Perencanaan drainase perkotaan perlu memperhatikan fungsi drainase perkotaan sebagai parasarana kota yang dilandaskan pada konsep pembangunan yang berwawasan lingkungan. Konsep ini antara lain berkaitan dengan sumberdaya air, yang ada prinsipnya adalah mengendalikan air hujan supaya banyak meresap dalam tanah dan tidak banyak terbuang sebagai aliran, antara lain membuat : bangunan resapan buatan, kolam tandon, penataan landscape dan sempadan.

### 2. Tahap perencanaan

Tahap perencanaan drainase perkotaan meliputi :

- a. Tahapan dilakukan melalui pembuatan rencana induk, studi kelayakan dan perencanaan detail dengan penjelasan :
- b. Studi kelayakan dapat dibuat sebagai kelanjutan dari pembuatan rencana induk.
- c. Perencanaan detail perlu dibuat sebelum pekerjaan konstruksi drainase dilaksanakan.
- d. Drainase perkotaan di kota raya dan kota besar perlu direncanakan secara menyeluruh melalui tahapan rencana induk.
- e. Drainase perkotaan di kota sedang dan kota kecil dapat direncanakan melalui tahapan rencana kerangka sebagai pengganti rencana induk.
- f. Data dan Persyaratan

## **II.12 Faktor yang mempengaruhi daya tampung drainase**

Perencanaan Umum Drainase Perkotaan telah dijelaskan bahwa terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi daya tampung dari sistem drainase (Lukman, 2018) antara lain:

## 1. Debit

Debit air yang masuk ke sistem drainase secara langsung tergantung pada curah hujan yang terjadi di wilayah tersebut. Semakin tinggi curah hujan, semakin besar debit air yang harus ditampung oleh sistem drainase. Curah hujan yang intensitasnya tinggi dan berkepanjangan dapat membebani sistem drainase dan mengurangi daya tampungnya (Utama & Naumar, 2015).

## 2. Sampah

Sampah yang terbawa oleh aliran air hujan dapat menyumbat saluran drainase. Jika saluran tersumbat oleh sampah, aliran air hujan akan terhambat dan mengurangi daya tampung drainase. Hal ini dapat menyebabkan genangan air atau bahkan banjir jika aliran tidak dapat mengalir dengan lancar.

## 3. Sedimentasi

Sedimen seperti lumpur, pasir, dan material padat lainnya dapat terbawa oleh aliran air hujan dan mengendap di dasar saluran drainase dapat mengurangi kedalaman dan lebar saluran, sehingga mengurangi luas aliran yang dapat ditampung oleh saluran. Pengurangan luas aliran ini secara langsung mempengaruhi daya tampung drainase, karena ruang yang tersedia untuk aliran air berkurang.

## 4. Penyempitan Saluran

Vegetasi yang tumbuh di dalam atau di sekitar saluran drainase dapat menyebabkan penyempitan saluran. Akar-akar dan tanaman yang tumbuh dapat mempersempit ruang aliran air, mengurangi kapasitas saluran, dan menyebabkan pendangkalan.

## 5. Peningkatan jumlah penduduk

Peningkatan penduduk sering kali mengakibatkan pembangunan perumahan dan infrastruktur yang lebih luas. Pembangunan ini dapat mengubah tata guna lahan, termasuk penutupan area resapan air seperti lahan terbuka, hutan, atau lahan pertanian. Dalam hal ini, lahan yang sebelumnya berfungsi sebagai daerah penyerapan air alami akan digantikan oleh permukaan keras, seperti bangunan,

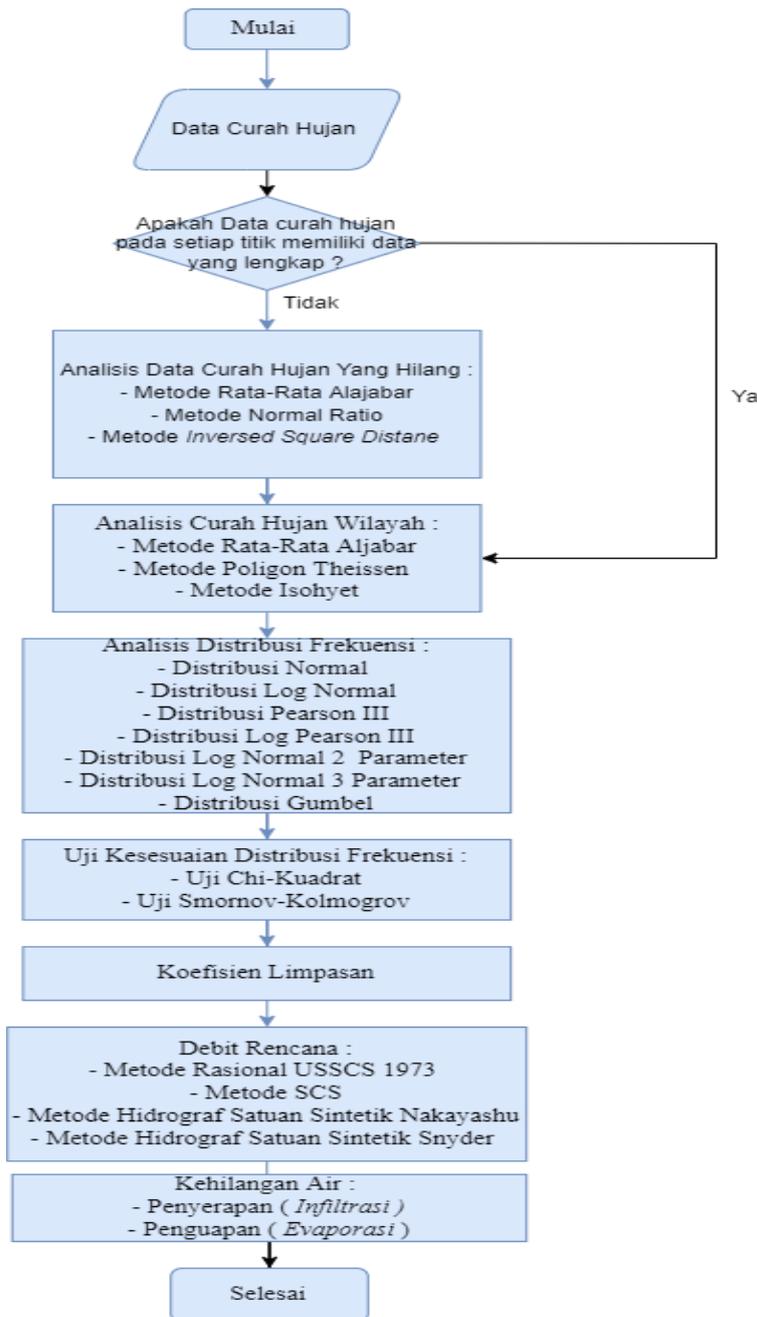
jalan, atau taman beton. Hal ini mengurangi kemampuan alamiah tanah untuk menyerap air, sehingga daya tampung drainase berkurang.

### **II.13 Hidrologi**

Secara umum Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang pergerakan, distribusi, dan kualitas air di Bumi. Ilmu hidrologi meliputi studi tentang siklus air, termasuk proses evaporasi, presipitasi, transpirasi, aliran permukaan, dan aliran bawah tanah. Hidrologi juga mempelajari tentang interaksi air dengan lingkungan hidrologis, seperti tanah, vegetasi, dan iklim (Pawitan, 2002).

Hidrologi sangat penting dalam pengelolaan sumber daya air dan penanganan masalah banjir. Dalam pengelolaan sumber daya air, hidrologi digunakan untuk menentukan ketersediaan air, distribusi air, dan kualitas air. Dalam penanganan masalah banjir, hidrologi digunakan untuk memodelkan aliran air dan perkiraan banjir, serta menentukan lokasi dan ukuran saluran drainase dan infrastruktur lainnya. Selain itu, hidrologi juga terkait dengan perubahan iklim, dimana perubahan iklim dapat mempengaruhi siklus hidrologi dan menyebabkan perubahan dalam pola curah hujan dan aliran air. Oleh karena itu, penelitian hidrologi juga penting untuk memahami dampak perubahan iklim pada siklus hidrologi dan untuk mengembangkan strategi adaptasi untuk mengurangi risiko bencana alam dan kekeringan (Afrizal Novan Nurromansyah & Jawoto Sih Setyono, 2014).

Dalam praktiknya, hidrologi melibatkan pengumpulan dan analisis data hidrologi, seperti curah hujan, debit aliran sungai, dan kualitas air. Data ini kemudian digunakan untuk memodelkan dan memprediksi pergerakan air dan pengelolaannya (Th. Dwiati Wismarini & Dewi Handayani Untari Ningsih, 2010).



**Gambar II. 2** Diagram Alir Analisis Hidrologi

### II.13.1 Curah Hujan

Data curah hujan sangat penting untuk melaksanakan perencanaan teknis dari bangunan air, irigasi, sistem drainase, dan lain sebagainya. Maka dari data curah hujan dicatat secara terus menerus guna melaksanakan perencanaan tersebut. Data curah hujan dicatat pada suatu DAS dan dilakukan di beberapa titik stasiun pencatat curah hujan untuk mengetahui sebaran hujan yang turun pada suatu DAS apakah curah hujan tersebut merata atau tidak (Eato et al., 2017).

Data curah hujan bertahun-tahun diperlukan guna mendapatkan perhitungan perencanaan yang tepat, semakin banyak data curah hujan yang digunakan maka semakin tepat pula perhitungan yang dilakukan.

Akan tetapi beberapa titik stasiun pencata curah hujan terdapat beberapa data yang hilang. Data yang hilang tersebut dapat disebabkan oleh kelalaian dari petugas pencatat curah hujan atau dapat disebabkan oleh rusaknya alat pencatat hujan karena perawatan yang kurang baik. Data curah hujan yang hilang dapat diperbaiki oleh beberapa metode perhitungan yaitu, metode cara rata-rata aljabar, metode normal ratio, dan metode inversed square distane (Prawaka et al., 2016).

#### **IV.13.1.1 Metode Rata Rata Aljabar**

Metode rata-rata aljabar merupakan metode perhitungan data curah hujan yang paling praktis. Dilakukan pengukuran di beberapan stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah stasiun yang digunakan (Sekar Ningrum et al., 2020).

$$p = \frac{p_1+p_2+p_3+\dots+p_n}{n} \quad \text{(II). 1}$$

Dimana :

- p = Tinggi curah hujan rata-rata
- $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$  = Tinggi curah hujan pada stasiun hujan 1,2,3...n
- n = Banyaknya stasiun hujan

#### **IV.13.1.2 Metode Normal Ratio**

Metode *Normal Ratio* merupakan salah satu metode yang digunakan dalam mencari data yang hilang. Metode ini merupakan metode dengan perhitungan yang sederhana yaitu dengan cara menghitung data curah hujan di stasiun hujan yang berdekatan untuk mencari data curah hujan yang hilang. Rumus Metode Normal Ratio untuk mencari data curah hujan yang hilang sebagai berikut (Prawaka et al., 2016).

$$\frac{P_x}{N_x} = \frac{1}{n} \left\{ \frac{P_1}{N_1} + \frac{P_2}{N_2} + \frac{P_3}{N_3} \dots \frac{P_n}{N_n} \right\} \quad (\text{II. 2})$$

Dimana :

- $P_x$  = Hujan yang hilang di stasiun x
- $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$  = Data hujan di stasiun sekitarnya pada periode yang sama
- $N_x$  = Hujan tahunan di stasiun x
- $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$  = Hujan tahunan di stasiun sekitar x
- n = Jumlah stasiun hujan di sekitar x

#### IV.13.1.3 Metode Inversed Square Distane

Metode *Inversed Square Distane* merupakan metode perhitungan data curah hujan yang hilang yang cara perhitungannya hampir sama dengan Metode *Normal Ratio* yaitu menggunakan perhitungan stasiun hujan yang berdekatan untuk mencari data curah hujan yang hilang pada stasiun tersebut. Namun pada Metode *Normal Ratio* yang digunakan adalah jumlah curah hujan dalam 1 tahun pada stasiun tersebut. Metode ini menggunakan variabel jarak stasiun terdekat dengan stasiun yang akan dicari data curah hujan yang hilang. Rumus Metode Inversed Square Distance untuk mencari data curah hujan yang hilang sebagai berikut (Prawaka et al., 2016);

$$P_x = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{L_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{L_i^2}} \quad (\text{II. 3})$$

Dimana :

- $P_x$  = Hujan yang hilang di stasiun x
- $P_i$  = Data hujan di stasiun sekitarnya pada periode yang sama
- $L_i$  = Jarak antar stasiun

#### II.13.2 Curah hujan wilayah

Data curah hujan mencakup informasi tentang jumlah hujan yang jatuh di suatu daerah pada periode waktu tertentu, diukur dalam milimeter atau inci. Data ini dikumpulkan melalui alat pengukur curah hujan seperti hujan meter atau stasiun

cuaca. Setelah dikumpulkan, data curah hujan diolah dan dianalisis untuk memahami pola curah hujan dan perubahan iklim, serta digunakan dalam model hidrologi untuk memprediksi aliran air dan penanganan banjir. Data curah hujan sangat penting dalam pengelolaan sumber daya air dan digunakan dalam industri, seperti pembangkit listrik tenaga air dan pertanian, untuk memastikan penggunaan air yang efektif dan efisien (D. Pratiwi et al., 2021).

#### **IV.13.2.1 Perhitungan rata rata aljabar**

Data curah hujan mencakup informasi tentang jumlah hujan yang jatuh di suatu daerah pada periode waktu tertentu, diukur dalam milimeter atau inci. Data ini dikumpulkan melalui alat pengukur curah hujan seperti hujan meter atau stasiun cuaca. Setelah dikumpulkan, data curah hujan diolah dan dianalisis untuk memahami pola curah hujan dan perubahan iklim, serta digunakan dalam model hidrologi untuk memprediksi aliran air dan penanganan banjir. Data curah hujan sangat penting dalam pengelolaan sumber daya air dan digunakan dalam industri, seperti pembangkit listrik tenaga air dan pertanian, untuk memastikan penggunaan air yang efektif dan efisien.

Rumus :

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad (\text{II.4})$$

Dimana

- P = Hujan rata-rata kawasan
- x = Tinggi curah hujan di masing masing stasiun
- N = Jumlah stasiun

#### **IV.13.2.2 Metode Pholigon Thiessen**

Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitar. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili stasiun tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. Hitungan curah hujan rerata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun.

Rumus :

$$P = \frac{A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_3 + \dots + A_nX_n}{A_1 + A_2 + A_3 \dots + A_n} \quad (\text{II.5})$$

Dimana :

P = Hujan rata-rata kawasan

X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, ... X<sub>n</sub> = Tinggi curah hujan distasiun 1, 2, 3 ... n

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, ... A<sub>n</sub> = luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, 3 ... n

#### IV.13.2.3 Metode Garis Isohyet

Metode isohyet ini memungkinkan perhitungan presipitasi dengan bantuan isohyet yang digambarkan pada kawasan tersebut. Metode ini merupakan yang paling teliti, karena metode mempertimbangkan sejumlah faktor seperti relief dan aspek. Metode ini sangat baik digunakan pada kawasan bergunung dan memerlukan 9 keterampilan. Peta isohyet dapat beragam dari satu pengeplot dengan yang lain dan membutuhkan stasiun pengamat didekat kawasan tersebut dan bermanfaat untuk curah hujan yang singkat

Rumus :

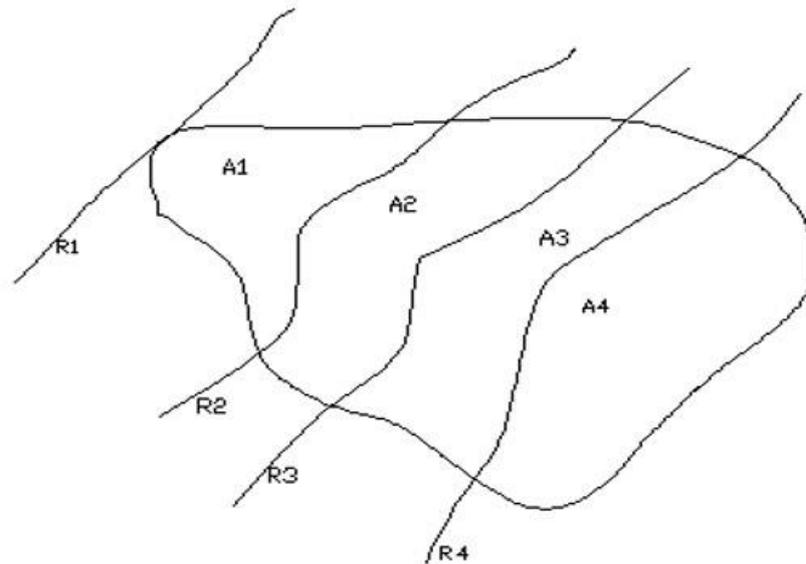
$$P_x = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \frac{I_i I_i + 1}{2}}{\sum_1^n A_i} \quad (\text{II.6})$$

Dimana :

P = Hujan rata-rata kawasan

I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>, ... I<sub>n</sub> = Garis isohyet ke 1, 2, 3, ..., n, n+1;

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, ... A<sub>n</sub> = Luas daerah dari titik 1



**Gambar II. 3** Metode Ishohyet

(Sumber : (Suripin, 2004))

### II.13.3 Analisa Frekuensi Periode Ulang

Analisis distribusi frekuensi ditujukan untuk mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim dengan frekuensi kejadian menggunakan distribusi probabilitas. Besarnya kejadian ekstrim mempunyai hubungan yang terbalik dengan probabilitas kejadian. Pada analisis frekuensi, perlu menghitung beberapa hal, sebagai berikut parameter statistik.

#### 1. Standar Deviasi

Rumus :

$$S = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}}{n} \quad (\text{II.7})$$

Dimana :

- S = Standar Deviasi
- $X_i$  = Nilai varian ke i
- $\bar{x}$  = Nilai rata-rata varian
- N = Jumlah data

## 2. Koefisien Kemencengan

### Koefisien Kemencengan / *Skewness* (CS)

Koefisien kemencengan merupakan suatu nilai untuk menunjukkan derajat ketidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi.

Rumus :

$$CS = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (II).8$$

Dimana :

CS = Koefisien *skewness*

S = Simpangan baku

$X_i$  = Nilai varian ke  $i$

$\bar{x}$  = Nilai rata-rata varian

N = Jumlah data

## 3. Koefisien Kurtois(CK)

Koefisien kurtosis merupakan perhitungan keruncingan dari bentuk kurva distribusi yang nantinya dibandingkan dengan distribusi normal.

Rumus :

$$CK = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^4}{S^4} \quad (II).9$$

Dimana :

CK = Koefisien Kurtosis

S = Simpangan baku

$X_i$  = Nilai varian ke  $i$

$\bar{x}$  = Nilai rata-rata varian

N = Jumlah data

Pada ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson III, dan Gumbell adalah jenis distribusi yang paling sering digunakan pada ilmu statistik.

### II.13.3.1 Distribusi Normal

Dalam analisis hidrologi distribusi normal banyak digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan. Distribusi normal atau kurva normal disebut pula distribusi Gauss.(Soewarno, 1995).

Rumus :

$$X_t = \bar{x} + KtS \quad (\text{II}).10$$

Dimana :

$X_t$  = Curah hujan periode ulang mm/hari

$S$  = Simpangan baku

$Kt$  = Faktor frekuensi (nilai variabel reduksi *gauss*)

$\bar{x}$  = Nilai hujam maksimum rata-rata mm/hari

### II.13.3.2 Distribusi Log Normal

Distribusi log normal, merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah varian X menjadi nilai logaritmik varian X.

Rumus :

$$X_t = \log \bar{x} + KtS \quad (\text{II}).11$$

$X_t$  = Curah hujan periode ulang mm/hari

$S$  = Simpangan baku

$Kt$  = Faktor frekuensi (nilai variabel reduksi *gauss*)

$\bar{x}$  = Nilai hujam maksimum rata-rata mm/hari

### II.13.3.3 Distribusi Person III

Perhitungan Distribusi Pearson Type III sebagai berikut :

Rumus :

$$X_t = \bar{x} + KtS \quad (II).12$$

Dimana :

$X_t$  = Curah hujan periode ulang mm/hari

$S$  = Simpangan baku

$Kt$  = Faktor frekuensi (nilai variabel reduksi *gauss*)

$\bar{x}$  = Nilai hujam maksimum rata-rata mm/hari

### II.13.3.4 Distribusi Log Person III

Metode distribusi log pearson dipengaruhi oleh nilai k untuk distribusi Log Pearson III, seperti yang disajikan dalam Tabel berikut ini :

**Tabel II. 1** Nilai K Unttuk Distribusi Log Person

Koefisien Kemencengan (Cs)	Periode Ulang Tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105

0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,761	2,000	2,252	2,482	3,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,488	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,200	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	0,035	1,069	1,089	1,097	1,130

(Sumber (Soewarno, 1995))

### II.13.3.5 Distribusi Log Normal II Parameter

Berikut perhitungan menggunakan Log Pearson 2 Parameter :

Rumus :

$$P(X) = \frac{1}{(X)(S)\sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \frac{(\log(X) - (\bar{X}))^2}{s} \right\} \quad (\text{II}).13$$

$$Xt = \bar{X} + KtS \quad (\text{II}).14$$

Dimana :

$P(X)$  = Peluang terjadinya distribusi log normal sebesar  $X$

$X$  = Nilai curah hujan (mm)

$S$  = Standar Deviasi

$K_t$  = Faktor Frekuensi dari distribusi log normal dua parameter. Nilai  $K_t$  diperoleh dari tabel (lihat tabel 2.3)

$\bar{X}$  = Nilai hujan maksimum rata-rata mm/hari

**Tabel II. 2** Nilai K Untuk Distribusi Log Normal Parameter 2

Variasi Coef. CV	RETURN PERIODE(YEAR)						
	2	5	10	20	25	50	100
	EXCEEDENCE PROBABILITY						
	0.500	0.200	0.100	0.050	0.040	0.020	0.010
0.05	-0.0250	0.8334	1.2965	1.6863	1.7609	2.1341	2.4570
0.10	-0.0496	0.8222	1.3078	1.7247	1.8061	2.2130	2.5489
0.15	-0.0738	0.8085	1.3156	1.7598	1.8482	2.2899	2.2607
0.20	-0.0971	0.7926	1.3200	1.7911	1.8866	2.3640	2.7716
0.25	-0.1194	0.7746	1.3209	1.8183	1.9206	2.4318	2.8805
0.30	-0.1406	0.7647	1.3183	1.8414	1.9514	2.5015	2.9866
0.35	-0.1604	0.7333	1.3126	1.8602	1.9775	2.5638	3.0890
0.40	-0.1788	0.7100	1.3037	1.8746	1.9990	2.6212	3.1870
0.45	-0.1957	0.6870	1.2920	1.8848	2.0162	2.6731	3.2799
0.50	-0.2111	0.6626	1.2778	1.8909	2.0291	2.7202	3.367
0.55	-0.2251	0.6379	1.2613	1.8931	2.0378	2.7613	3.4488
0.60	-0.2375	0.6129	1.2428	1.8915	2.1475	2.7971	3.5211
0.65	-0.2185	0.5879	1.2226	1.8866	2.0435	2.8279	3.3930
0.70	-0.2582	0.5631	1.2011	1.8786	2.0410	2.8532	3.3663
0.75	-0.2667	0.5387	1.1784	1.8677	2.0353	2.8735	3.7118
0.80	-0.2739	0.5118	1.1548	1.8543	2.0268	2.8891	3.7617
0.85	-0.2801	0.4914	1.1306	1.8388	2.0157	2.9002	3.8056
0.90	-0.2852	0.4686	1.1060	1.8212	2.0012	2.9010	3.8137
0.95	-0.2895	0.4466	1.0810	1.8021	1.9868	2.9103	3.8762
1.00	-0.2929	0.4254	1.0560	1.7815	1.9681	2.9010	3.9035

(Sumber : Soewarno 1995)

### II.13.3.6 Distribusi Log Normal III Parameter

Metode log normal 3 parameter tidak jauh berbeda dengan metode log normal 2 parameter. Perbedaan yang terlihat bahwa parameter batas bawah  $\beta$  tidak sama dengan nol (Soewarno, 1995). Berikut perhitungan yang digunakan dalam distribusi log normal 3 parameter :

Rumus :

$$P(X) = \frac{1}{\ln(X - \beta) \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{\ln(X - \beta) - \mu n}{\sigma n} \right)^2} \quad (II.15)$$

$$X_t = \bar{X} + K_t S \quad (II.16)$$

Dimana :

$P(X)$  = Peluang terjadinya distribusi log normal sebesar  $X$

$X$  = Variabel random kontinyu

$\beta$  = Parameter batas bawah

$\pi$  = 3.14159

$e$  = 2.71828

$\mu_n$  = Rata-rata dari variat  $\ln(X-\beta)$

$\sigma_n$  = Deviasi standar dari variat  $\ln(X-\beta)$

$S$  = Standar Deviasi

$K_t$  = Faktor Frekuensi dari distribusi log normal tiga parameter. Nilai  $K_t$  diperoleh dari tabel (lihat tabel 2.4)

$\bar{X}$  = Nilai hujan maksimum rata-rata mm/hari

**Tabel II. 3** Nilai K Untuk Distribusi Log Normal Parameter 3

Skew Coef.	RETURN PERIODE(YEAR)						
	2	5	10	20	25	50	100
Cs'	EXCEEDENCE PROBABILITY						
	0.500	0.200	0.100	0.050	0.040	0.020	0.010
-2.0	0.2366	-0.6144	-1.2437	-1.8916	-2.0421	-2.7943	-3.5196
-1.8	0.2240	-0.6395	-1.2621	-1.8928	-2.0370	-2.7578	-3.4433
-1.6	0.2092	-0.6654	-1.2792	-1.8901	-2.0274	-2.7138	-3.3570
-1.4	0.1920	-0.6920	-1.2943	-1.8827	-2.0125	-2.6615	-3.2601
-1.2	0.1722	-0.7186	-1.3067	-1.8696	-1.9914	-2.6002	-3.1521
-1.0	0.1495	-0.7449	-1.3156	-1.8501	-1.9633	-2.5294	-3.0333
-0.8	0.1241	-0.7700	-1.3201	-1.8235	-1.9278	-2.4492	-2.9043
-0.6	0.0959	-0.7930	-0.3194	-1.7894	-1.8845	-2.3600	-2.7665
-0.4	0.0654	-0.8131	-0.3128	-1.7478	-1.8337	-2.2631	-2.6223
-0.2	0.0332	-0.8296	-0.3002	-1.6993	-1.7761	-2.1602	-2.4745
0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.2	-0.0332	0.8996	0.3002	1.6993	1.7761	2.1602	2.4745
0.4	-0.0654	0.8131	0.3128	1.7478	1.8337	2.2631	2.6223
0.6	-0.0950	0.7930	0.3194	1.7894	1.8845	2.3600	2.7665
0.8	-0.1241	0.7700	1.3201	1.8235	1.9278	2.4492	2.9043
1.0	-0.1495	0.7449	1.3156	1.8501	1.9633	2.5294	3.0333
1.2	-0.1722	0.7186	1.3067	1.8696	1.9914	2.6002	3.1521
1.4	-0.1920	0.6920	1.2943	1.8827	2.0125	2.6615	3.2601
1.6	-0.2092	0.6654	1.2792	1.8901	2.0274	2.7138	3.3570
1.8	-0.2240	0.6395	0.2621	1.8928	2.0370	2.7578	3.4433
2.0	-0.2366	0.6144	1.2437	1.8916	2.0421	2.7943	3.5196

(Sumber : Soewarno, 1995)

### II.13.3.7 Distribusi Gumbel

Digunakan untuk analisis data maksimum, misal untuk analisis frekuensi banjir. Untuk menghitung curah hujan rencana dengan metode sebaran Gumbel digunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut.

Perhitungan Metode Distribusi Gumbel sebagai berikut :

Rumus :

$X_t$  = Curah hujan periode ulang mm/hari

$S$  = Simpangan baku

$Y_t$  = *Reduce Variabel*

$Y_n$  = *Reduce Mean*

$S_n$  = *Reduce Standard Deviasi*

**Tabel II. 4** Reduced mean ( $Y_n$ ) untuk Metode Sebaran Gumbel

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5300	0,5820	0,5882	0,5343	0,5353
30	0,5363	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5400	0,5410	0,5418	0,5424	0,5430
40	0,5463	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5468	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600									

**Tabel II. 5** Deviasi standar dari reduksi variat (Sn)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0315	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1923	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2046	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065									

**Tabel II. 6** Reduced Variate (YT) untuk Metode Sebaran Gumbel

Periode Ulang (tahun)	<i>Reduced Variate</i>	Periode Ulang (tahun)	<i>Reduced Variate</i>
2	0,3665	100	4,6001
5	1,4999	200	5,2960
10	2,2502	500	6,2140
20	2,9606	1.000	6,9190
25	3,1985	5.000	8,5390
50	3,9019	10.000	9,9210

### II.13.4 Uji Kecocokan Sebaran

Uji kecocokan sebaran dilakukan untuk mengetahui jenis sebaran yang paling sesuai dengan data hujan. Uji sebaran dilakukan dengan uji kecocokan distribusi yang dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan sebaran peluang yang telah dipilih dapat menggambarkan atau mewakili dari sebaran statistik sampel data yang dianalisis tersebut

#### II.13.4.1 Uji kecocokan Chi Quare

Uji Chi quare ini untuk menentukan persamaan distribusi yang dipilih dapat mewakili distribusi statistic sampel data yang dianalisis. Perhitungan ini dapat

diterima apabila nilai chi-kuadrat terhitung < chi-kuadrat kritis. Berikut perhitungan yang digunakan dalam uji chi-kuadrat.

Rumus :

$$G = 1 + 3.332 \log n \quad (\text{II}).18$$

$$DK = G - (P + 1) \quad (\text{II}).19$$

$$Ei = \frac{n}{G} \quad (\text{II}).20$$

$$x_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(Oi - Ei)^2}{Ei} \quad (\text{II}).21$$

Dimana :

$X_h^2$  = Parameter Chi-kuadrat terhitung

G = Koefisien Kutrois

Ei = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok I

Oi = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok I

Dk = Derajat Kebebasan

P = Untuk distribusi normal binomial = 2 ;

Untuk distribusi normal polison = 1.

Uji ini biasa disebut dengan uji kecocokan non parametrik, karena pada pengujiannya fungsi distribusi tertentu tidak digunakana. Berikut penjelasan mengenai pelaksanaan uji Smirnov-kolmogrov :

1. Nilai diurutkan (dari besar ke kecil ataupun sebaliknya), selanjutnya tentukan peluang dari masing-masing data tersebut.

$x_1 = p(x_1)$

$x_2 = p(x_2)$

$x_3 = p(x_3)$  dan seterusnya

2. Nilai masing-masing peluang teoritis diurutkan dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).

$$x_1 = p'(x_1)$$

$$x_2 = p'(x_2)$$

$$x_3 = p'(x_3) \text{ dan seterusnya}$$

3. Kemudian kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih tersebarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

Rumus :

$$D = \text{maksimum} (p(x_n) - p'(x_n)) \quad (\text{II}).22$$

4. Dari tabel nilai kritis maka dapat ditentukan harga  $d_0$ .

**Tabel II. 7** Nilai Kritis Uji Smirnov-Kolmogorov

n	Nilai kritis Smirnov-Kolmogorov (a)			
	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
n>50	$\frac{1.07}{n^{0.5}}$	$\frac{1.22}{n^{0.5}}$	$\frac{1.36}{n^{0.5}}$	$\frac{1.63}{n^{0.5}}$

(sumber : Soewarno 1955)

### II.13.5 Debit Banjir Rencana

Metode yang biasa digunakan untuk menghitung debit banjir rencana umumnya sebagai berikut:

#### II.13.5.1 Metode Rasional

Metode untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak yang umum dipakai adalah metode Rasional USSCS (1973). Metode ini sangat simple dan mudah penggunaannya, namun penggunaannya terbatas untuk DASDAS dengan ukuran kecil, yaitu kurang dari 300 ha (Goldman et al.,1986). Karena model ini merupakan model kotak hitam, maka tidak dapat menerangkan hubungan curah hujan dan aliran permukaan dalam bentuk hidrograf.

Rumus :

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A \quad (\text{II}).23$$

Dimana :

- Q = Debit (m<sup>3</sup>/detik)
- 0.278 = Konstanta yang digunakan jika satuan luas daerah (km<sup>2</sup>)
- C = Koefisien Aliran
- I = Intensitas Curah Hujan Selama Waktu Konsentrasi (mm/jam)
- A = Luas Daerah Aliran (km<sup>2</sup>)

Berikut nilai koefisien limpasan dari berbagai jenis daerah pada table dibawah.

**Tabel II. 8** Nilai Koefisien Limpasan

Type Daerah Aliran		Harga C
Halaman	Tanah berpasir, datar 2%	0,05–0,10
	Tanah berpasir, ratarata 2-7%	0,10-0,15
	Tanah berpasir, curam 7%	0,15-0,20
	Tanah berat, dasar 2%	0,13-0,17
	Tanah berat, rata-rata 2-7%	0,18-0,22
	Tanah berat, curam 7%	0,25-0,35
Business	Perkotaan	0,75-0,95
	Pinggiran	0,50-0,70
Perumahan	Rumah tunggal	0,30-0,50
	Multiunit, terpisah	0,40-0,60
	Multiunit, tergabung	0,60-0,75
	Perkampungan	0,25-0,40
	Apartemen	0,50-0,70
Industri	Ringan	0,50-0,80
	Berat	0,50-0,70
Perkerasan	Aspal dan beton	0,70-0,95
	Batu bata, paving	0,50-0,70
Hutan	Datar, 0-5%	0,10-0,40
	Bergelombang, 5-10%	0,25-0,50
	Berbukit, 10-30%	0,30-0,60
Atap		0,75-0,95
Taman, perkuburan		0,10-0,25
Tempat tempat bermain		0,20-0,35
Halaman kereta api		0,10-0,35

(Sumber : Mc Guen, 1989 dalam Suripin 2003)

Waktu konsentrasi ditentukan dengan parameter panjang saluran utama, berikut besar kemiringan lerengnya. Besarnya waktu konsentrasi dihitung dengan rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1940) dalam Asdak (2010) berikut:

Rumus :

$$T_c = 0.0195 L^{0.77} S^{-0.5} \quad (\text{II}).24$$

Dimana :

- T<sub>c</sub> = Waktu Konsentrasi (menit)
- L = Panjang Maksimum Aliran (meter)
- S = Kemiringan Saluran Rata-rata

Dalam perencanaan bangunan pengairan (misalnya drainase), debit rencana sangat diperlukan untuk mengetahui kapasitas yang seharusnya dapat ditampung oleh sebuah drainase, agar semua debit air dapat ditampung dan teralirkan. Metode yang biasa digunakan dalam perhitungan intensitas curah hujan adalah sebagai berikut :

Rumus :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (\text{II}).25$$

Dimana :

- I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)
- t = Lamanya Curah Hujan / Durasi Curah Hujan (jam)
- R<sub>24</sub> = Curah hujan rencana dalam suatu periode ulang, yang nilainya didapat dari tahapan sebelumnya (tahapan analisis frekuensi). R<sub>24</sub> diartikan sebagai curah hujan selama 24 jam.

Dari tahapan sebelumnya (tahapan analisis frekuensi). R24 diartikan sebagai curah hujan selama 24 jam.

Dengan menggunakan data curah hujan yang ada daerah rencana maka dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai intensitas curah hujan dengan periode ulang lima tahun menggunakan rumus tersebut.

### II.13.5.2 Metode SCS

Metode *soil conservation service* (SCS) adalah metode debit rencana yang menggunakan hidrograf tak berdimensi yang dikembangkan dari analisis sejumlah besar hidrograf satuan data lapangan dengan bermacam ukuran daerah aliran sungai (DAS) dan dari lokasi berbeda. Berikut merupakan rumus dalam mencari nilai debit banjir rencana menggunakan metode SCS (Bambang Triatmodjo, 2008) :

Rumus :

$$Q_p = \frac{0.208 \times A}{P_r} \quad (\text{II}).26$$

$$P_r = \frac{t_r}{2} + t_p \quad (\text{II}).27$$

Dimana :

$Q_p$  = Debit puncak hidrograf satuan ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$A$  = Luas daerah aliran ( $\text{km}^2$ )

$P_r$  = Waktu kelambatan antara titik berat hujan sampai puncak (jam)

$$t_r = \frac{2t_p}{9} \quad (\text{II}).28$$

$$t_p = 0.6 t_c \quad (\text{II}).29$$

$$t_c = 0.927 \left( \frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.47} \quad (\text{II}).30$$

Dimana :

$t_r$  = Lama terjadinya hujan efektif (jam)

- tp = Waktu naik (time of rise) (jam)
- tc = Waktu konsentrasi (jam)
- L = Panjang sungai

### II.13.5.3 Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayashu

Hubungan antara parameter dan waktu dapat digambarkan oleh kuva disebut hidrograf. Hidrograf satuan merupakan hidrograf limpasan langsung yang dihasilkan oleh hujan efektif yang terjadi merata di daerah aliran sungai (DAS) dan dengan intensitas dalam satu satuan waktu. Metode ini merupakan salah satu metode yang data-datanya sulit didapatkan atau tidak dapat diperoleh karena berbagai sebab. Metode hidrograf ini menggunakan hidrograf satuan yang diturunkan berdasarkan data-data sungai DAS terdekat dengan karakteristik yang sama (Suripin, 2004). HSS merupakan hidrograf yang menggunakan parameterparameter DAS untuk menentukan pengalihragaman hujan menjadi banjir. Berikut merupakan perhitungan untuk metode hidrogras satuan sintetik nakayashu

Rumus :

$$Q_p = \frac{C \cdot A \cdot R_o}{3.6(0.3T_p + T_{0.3})} \quad (II).31$$

Dimana :

- Qp = Debit puncak hidrograf satuan (m<sup>3</sup>/s)
- A = Luas daerah aliran (km<sup>2</sup>)
- C = Koefisien Pengaliran
- Ro = Hujan Satuan (mm)
- Tp = Tenggang Waktu dari permulaan hujan sampai puncak (jam)
- T0.3 = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit sampai menjadi 30% dari puncak (jam)

Nilai Tp dapat ditentukan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$T_p = t_g + 0.8tr \quad (II).32$$

Nilai  $T_{0.3}$  adalah waktu yang digunakan oleh penurunan debit dari debit puncak hingga menjadi 30% debit puncak. Dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$T_{0.3} = \alpha t_g \quad (\text{II.33})$$

$$\alpha = 0.47 \frac{(A \cdot L)^{0.25}}{T_g} \quad (\text{II.34})$$

Dimana :

- $t_g$  = Waktu konsentrasi (jam)
- $t_r$  = Satuan waktu hujan
- $\alpha$  = Parameter Hidrograf bernilai antara 1.5-3.5
- $L$  = Panjang sungai (m)

$T_g$  merupakan waktu konsentrasi yang dipengaruhi oleh panjang alur sungai, dinyatakan dengan persamaan berikut :

Untuk  $L > 15$  Km

$$t_g = 0.4 + 0.058 L \quad (\text{II.35})$$

Untuk  $L < 15$  Km

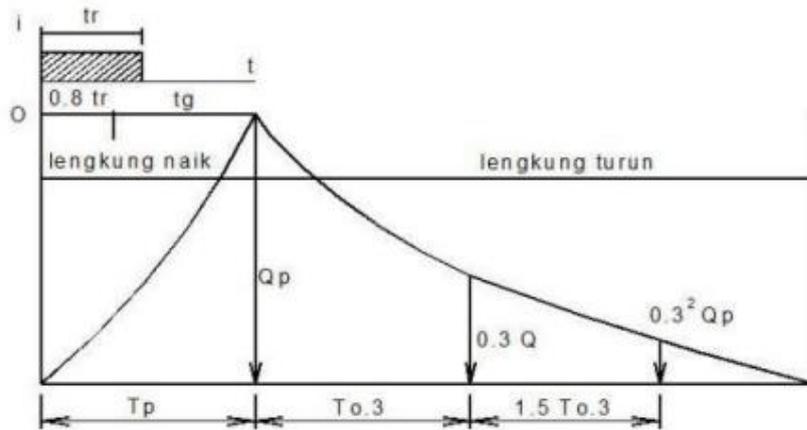
$$t_g = 0.21 + L^{0.7} \quad (\text{II.36})$$

Untuk bagian lengkung naik (rising limb) dengan selang  $0 < t < T_p$ , hidrograf satuan memiliki rumus :

$$Q_a = Q_p \left[ \frac{t}{T_p} \right]^{2.4} \quad (\text{II.37})$$

Dimana :

- $Q_a$  = Limpasan sebelum mencapai debit puncak ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- $t$  = Waktu (jam)
- $Q_p$  = Debit puncak banjir ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- $T_p$  = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak (jam) anjang sungai (m)



**Gambar II. 4** Sintetik Satuan Nakayashu

Bagian lengkung/kurva turun (decreasing limb) mempunyai persamaan sebagai berikut :

1. Untuk nilai antara  $T_p \leq t \leq (T_p + T_{0.3})$

$$Q_{d1} = Q_p 0.3^{(t-T_p)/T_{0.3}} \quad (\text{II}).38$$

2. Untuk nilai antara  $(T_p + T_{0.3}) \leq t \leq (T_p + T_{0.3} + 1.5T_{0.3})$

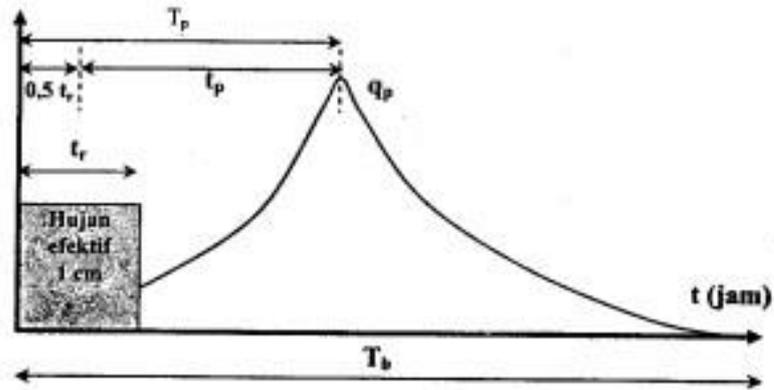
$$Q_{d1} = Q_p 0.3^{(t-T_p+0.5T_{0.3})/1.5 T_{0.3}} \quad (\text{II}).39$$

3. Untuk nilai antara  $1.5T_{0.3} > (T_p + T_{0.3} + 1.5T_{0.3})$

$$Q_{d1} = Q_p 0.3^{(t-T_p+1.5T_{0.3})/2 T_{0.3}} \quad (\text{II}).40$$

#### II.13.5.4 Metode Hidrograf Satuan Sintetik Synder

Hidrograf satuan Daerah Aliran Sungai (DAS) di Amerika Serikat yang berukuran 30 sampai 30.000 km<sup>2</sup> didapat dan dikembangkan oleh Snyder pada tahun 1938 dengan menghubungkan unsur-unsur hidrograf satuan dengan karakteristik DAS akibat hujan 1 cm



**Gambar II. 5** Sketsa Sintetik Satuan Synder

(sumber : Kamiana, 2011)

Berikut merupakan rumus yang digunakan apabila  $t_p = 5.5 t_r$ :

$$t_p = 0.75 C_t (L \times L_c)^{0.3} \quad (\text{II.41})$$

$$t_r = \frac{t_p}{5.5} \quad (\text{II.42})$$

$$q_p = 2.75 \left( \frac{C_p}{t_p} \right) \quad (\text{II.43})$$

$$Q_p = q_p \times A \quad (\text{II.44})$$

$$T_b = 72 + 3 \times t_p \quad (\text{II.45})$$

Dimana :

- $Q_p$  = Debit puncak banjir ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- $q_p$  = Limpasan sebelum mencapai debit puncak ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- $t_p$  = Waktu mulai titik berat hujan sampai debit puncak (jam)
- $t_r$  = Lama curah hujan (jam)
- $T_b$  = Waktu dasar hidrograf

## II.14 Hidrolika

Banyaknya debit air hujan yang ada dalam suatu kawasan harus segera di alirkan agar tidak menimbulkan genangan air. Untuk dapat mengalirkannya diperlukan saluran yang dapat menampung dan mengalirkan air tersebut ke tempat penampungan. Sehingga penentuan kapasitas tampung harus berdasarkan atas besarnya debit air hujan.

### II.14.1 Kapasitas Saluran

Untuk menentukan dimensi saluran drainase dalam hal ini, diasumsikan bahwa kondisi aliran air adalah dalam kondisi normal (*steady uniform flow*) di mana aliran mempunyai kecepatan konstan terhadap jarak dan waktu. Rumus yang sering digunakan adalah kointunitas dan rumus manning.

$$Q = V \cdot A \quad (\text{II}).46$$

$$V = \frac{1}{N} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad (\text{II}).47$$

$$A = (b + mh) \quad (\text{II}).48$$

Q= debit banjir rencana yang harus dibuang lewat saluran drainase (m<sup>3</sup>/dt)

V= Kecepatan aliran rata-rata (m/dt)

A= (b + mh).h =Luas potongan melintang aliran (m<sup>2</sup>)

R= A/P = jari-jari hidrolis (m)

P = b + 2h(m<sup>2</sup> + 1)<sup>1/2</sup> = keliling basah penampang saluran(m)

b = dasar saluran (m)

h = kedalaman air (m)

I = kemiringan energi/ saluran

n = koefisien kekasaran Manning

m= kemiringan talud saluran (1 vertikal:m horisontal)

Faktor-faktor yang berpengaruh didalam menentukan harga koefisien kekasaran Manning (n) adalah sebagai berikut :

1. kekasaran permukaan saluran.
2. vegetasi sepanjang saluran.
3. ketidakraturan saluran.
4. trase saluran landas.
5. pengendapan dan penggerusan.

6. adanya perubahan penampang.
7. ukuran dan bentuk saluran.
8. kedalaman air.

**Tabel II. 9** Harga Koefisien Maning Saluran Seragam

Jenis saluran	Keterangan	n
Tanah lurus & seragam	Bersih baru	0,018
	Bersih telah melapuk	0,022
	Berkerikil	0,025
	Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,027
Saluran alam	Bersih lurus	0,030
	Bersih berkelok-kelok	0,040
	Banyak tanaman pengganggu	0,070
	Dataran banjir berumput pendek-tinggi	0,030-0,035
	Saluran di belukar	0,050-0,100
Beton	Gorong-gorong lurus dan bebas kotoran	0,011
	Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit tanaman pengganggu	0,013
	Beton dipoles	0,012
	Saluran pembuang dengan bak kontrol	0,015

Tabel di atas dapat dipakai apabila material saluran pada dinding dan dasarnya adalah seragam, tetapi apabila saluran yang dasar dan dindingnya mempunyai koefisien kekasaran yang berbeda (beda material), contohnya dinding pada saluran adalah lapisan batu belah, dasar saluran yaitu tanah asli maka koefisien kekasaran (n) rata-ratanya dapat dihitung dengan rumus:

$$n_{rt} = (P_1 n_{1,5} a + 2 n_{1,5})^{2/3} P^{2/3} \quad (II).49$$

Untuk menjaga terhadap loncatan air akibat bertambahnya kecepatan serta kemungkinan adanya debit air yang datang lebih besar dari perkiraan juga untuk memberi ruang bebas pada aliran maka diperlukan ruang bebas (*free board*) yang besarnya tergantung pada fungsi saluran. Besarnya nilai tinggi jagaan tergantung pada besarnya debit banjir yang lewat klasifikasi saluran (primer, sekunder, tersier) dan daerah yang dilalui apakah memerlukan tingkat keamanan yang tinggi, sedang, atau rendah, seperti tampak pada tabel:

**Tabel II. 10** Tinggi jagaan Menurut Klasifikasi Daerah

Klasifikasi daerah	Klasifikasi saluran		
	Primer	Sekunder	Tersier
Kota raya	90	60	30
Kota besar	60	60	20
Kota sedang	40	30	20
Kota kecil	30	20	15
Daerah industri	40	30	20
Daerah pemukiman	30	20	15

#### II.14.2 Kecepatan Aliran

Kecepatanaliran air merupakan salah satu parameter penting dalam mendesain dimensi saluran, dimana kecepatan minimum yang diperbolehkan tidak akan menimbulkan pengendapan dan mencegah pertumbuhan tanaman dalam saluran. Sedangkan kecepatan maksimum yang diperbolehkan tidak akan menimbulkan penggerusan pada bahan saluran.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S_0^{1/2} \quad (II).50$$

Dimana :

- V= Kecepatan rata-rata (m/dtk)
- N= Koefisien kekasaran Manning
- R= Jari jari hidraulis (m)

S= Kemiringan dasar saluran

### II.14.3 Kemiringan Saluran

Kemiringan saluran disesuaikan dengan keadaan topografi dan energy yang diperlukan untuk mengalirkan air secara gravitasi dan kecepatan yang ditimbulkan harus sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Kemiringan saluran samping jalan ditentukan berdasarkan bahan yang digunakan, hubungan antara beban yang digunakan dengan kemiringan saluran samping jalan arah memanjang yang

dikaitkan dengan erosi aliran.

$$A = 2 \cdot h^2 \quad (\text{II}).51$$

$$Bh = 2h^2 \Rightarrow B2 \cdot h \Rightarrow h = \frac{B}{2} \quad (\text{II}).52$$

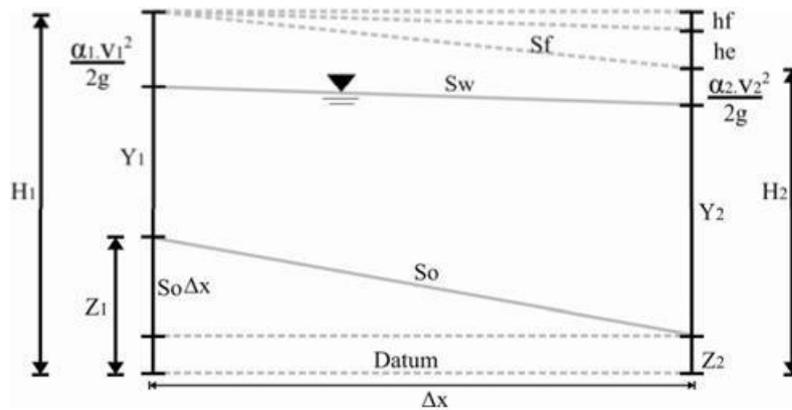
*Jari jari hidraulik*

$$R = \frac{A}{P} = \left( B \cdot \frac{h}{B + 2h} \right) \quad (\text{II}).53$$

$$R = 2h^2 \div (2h + 2h) \frac{h}{2} \quad (\text{II}).54$$

### II.14.4 Perencanaan Muka Air Saluran

Aliran tidak normal yaitu aliran dengan kedalaman airnya berubah secara berangsur-angsur dari kedalaman tertentu ( $>H$  normal) sampai kembali ke kedalaman air normal. Hal ini diakibatkan adanya pembendungan di bagian hulunya (kedalaman air di bagian hilirnya lebih besar dibandingkan dengan kedalaman air normal), misal adanya muka air laut pasang. Dengan adanya muka air laut pasang, maka akan terjadi efek *backwater* yang mengakibatkan muka air di saluran bertambah tinggi. Dalam perhitungan ini, metode yang dipakai untuk menghitung panjangnya pengaruh backwater atau menghitung kedalaman air pada jarak tertentu dari hilir adalah metode tahapan standart / *standart step method*.



**Gambar II. 6** Gradually Varied Flow

Rumus kekekalan energi (*Suripin, 2000*) :  $H1 = H2 + Hf$ .

$$Z_1 + Y_1 \frac{\alpha_1 \cdot v_1^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 \cdot v_2^2}{2g} + sf \cdot \Delta x \quad (II).55$$

$$\Delta x = H1 - H2 \div So - Sf \text{ rt.} \quad (II).56$$

$$Sf \text{ rt} = \frac{(Sf1 + Sf2)}{2} \quad (II).57$$

$$\frac{\alpha_1 \cdot v_1^2}{2g} = \text{tinggi kecepatan di hulu } (\alpha = 1) \quad (II).58$$

$$\frac{\alpha_2 \cdot v_2^2}{2g} = \text{tinggi kecepatan di hilir } (\alpha = 1) \quad (II).59$$

Dimana :

H1 = tinggi energi di titik 1. (m)

H2 = tinggi energi di titik 2. (m)

Y1 = kedalaman air di potongan 1. (m)

Y2 = kedalaman air di potongan 2. (m)

Z1 = elevasi dasar sungai terhadap datum di titik 1. (m)

Z2 = elevasi dasar sungai terhadap datum di titik 2. (m)

he = 0 (menurut hukum kekekalan energi).

hf = Sf . Δx

- So = kemiringan dasar saluran  
 Sw = kemiringan muka air.  
 Sf = kemiringan garis energi.  
 $\Delta x$  = panjang pengaruh backwater. (m)

## II.15 Parameter Penentuan Prioritas Penanganan Genangan

Penentuan prioritas penanganan banjir diperlukan agar sumber daya, upaya, dan langkah-langkah mitigasi dapat diarahkan secara efisien ke area yang paling rentan dan berdampak besar, melindungi nyawa, properti, infrastruktur kritis, serta mengurangi dampak ekonomi dan sosial. Parameter penentuan prioritas penanganan genangan mengacu kepada lampiran Kepmen PU No 20 Tahun 2012. Parameter penentuan prioritas penanganan meliputi hal sebagai berikut:

1. Parameter genangan, meliputi tinggi genangan, luas genangan, frekuensi genangan dalam satu tahun dan lama genangan terjadi. Kriteria parameter genangan seperti dalam Tabel 11.

**Tabel II. 11** Kriteria Parameter Genangan

No.	Parameter Genangan	Nilai	Persentase Nilai
1	Tinggi genangan:	35	
	> 0,50 m		100
	- 0,30 m - 0,50 m		75
	- 0,20 m - < 0,30 m		50
	- 0,10 m - < 0,20 m		25
	- < 0,10 m		0
2	Luas genangan	25	
	- > 8 ha		100
	- 4 - 8 ha		75
	- 2 - < 4 ha		50
	- 1 - < 2ha		25
	- < 1ha		0
3	Lamanya genangan	20	
	> 8 jam		100
	4 - 8 jam		75
	2 - <4 jam		50
	1 - 2 jam		25
	< 1 jam		0
4	Frekuensi genangan	20	
	Sangat sering (10 kali/tahun)		100
	Sering (6 kali/tahun)		75
	Kurang sering (3 kali/tahun)		50
	Jarang ( 1 kali/tahun)		25
	Tidak pernah		0

(Sumber : Kepmen PU N0 20 Tahun 2012)

2. Parameter ekonomi, dihitung perkiraan kerugian atas fasilitas ekonomi yang ada, seperti: kawasan industri, fasum, fasos, perkantoran, perumahan, daerah pertanian dan pertamanan. Kriteria kerugian/kerusakan ekonomi seperti dalam Tabel 12:

**Tabel II. 12** Parameter Kriteria Kerugian Ekonomi

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1	jika genangan air/banjir terjadi pada daerah industri, daerah komersial dan daerah perkantoran padat	Tinggi	100
2	jika genangan air/banjir terjadi di daerah industri dan daerah komersial yang kurang padat	Sedang	65
3	jika genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di daerah perumahan dan/atau daerah pertanian (dalam daerah perkotaan yang terbatas)	Kecil	30
4	jika terjadi genangan pada daerah yang jarang penduduknya dan daerah yang tidak produktif	Sangat Kecil	0

(Sumber : Kepmen PU N0 20 Tahun 2012)

3. Parameter gangguan sosial dan fasilitas pemerintah, seperti: kesehatan masyarakat, keresahan sosial dan kerusakan lingkungan dan kerusakan fasilitas pemerintah. Kriteria gangguan sosial dan fasilitas pemerintah seperti dalam Tabel 13:

**Tabel II. 13** Parameter Kriteria Kerugian Fasilitas Pemerintah

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1	jika genangan air/banjir terjadi pada daerah yang banyak pelayanan fasilitas sosial dan fasilitas pemerintah	Tinggi	100
2	jika genangan air/banjir terjadi di daerah yang sedikit pelayanan fasilitas sosial dan fasilitas pemerintah	Sedang	65
3	jika genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di daerah yang pelayanan fasilitas sosial dan fasilitas pemerintah terbatas	Kecil	30
4	jika tidak ada fasilitas sosial dan fasilitas pemerintah	Sangat kecil	0

(Sumber : Kepmen PU N0 20 Tahun 2012)

4. Parameter kerugian dan gangguan transportasi. Kriteria kerugian dan gangguan transportasi seperti dalam Tabel 14.

**Tabel II. 14** Parameter Kriteria Kerugian dan Gangguan Transportasi

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1	jika genangan air/banjir terjadi pada daerah yang jaringan transportasinya padat	Tinggi	100
2	jika genangan air/banjir terjadi di daerah yang jaringan transportasinya kurang padat	Sedang	65
3	jika genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di daerah yang yang jaringan transportasinya terbatas	Kecil	30
4	jika tidak ada jaringan jalan	Sangat kecil	0

(Sumber : Kepmen PU N0 20 Tahun 2012)

5. Parameter kerugian pada daerah perumahan, Kriteria kerugian pada daerah perumahan ada pada tabel 15:

**Tabel II. 15** Parameter Kriteria Gangguan Pada Daerah Perumahan

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1	jika genangan air/banjir terjadi pada perumahan padat sekali	Tinggi	100
2	jika genangan air/banjir terjadi pada perumahan yang kurang padat	Sedang	65
3	jika genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di daerah yang hanya pada beberapa bangunan perumahan	Kecil	30
4	jika ada perumahan pada daerah genangan air/banjir	Sangat kecil	0

(Sumber : Kepmen PU N0 20 Tahun 2012)

6. Parameter kerugian hak milik pribadi/rumah tangga. Kriteria kerugian pada daerah perumahan ada pada tabel 16:

**Tabel II. 16** Parameter Kerugian Hak Milik Pribadi/Rumah Tangga

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1	jika kerugian lebih dari 80% nilai milik pribadi	Tinggi	100
2	jika kerugian 80% dari nilai milik pribadi	Sedang	65
3	jika kerugian kurang dari 40% milik pribadi	Kecil	30
4	tidak ada kerugian milik pribadi	Sangat kecil	0

(Sumber : Kepmen PU N0 20 Tahun 2012)

Jumlah nilai dari keenam kriteria tersebut di atas berkisar antara 0 s/d 600. Nilai tertinggi merupakan kawasan dengan prioritas utama, makin rendah nilainya makin rendah pula prioritasnya.

### **II.16 Studi Terdahulu**

Studi terdahulu memiliki fungsi dan manfaat untuk Mengidentifikasi Pengetahuan yang Sudah Ada, Studi terdahulu membantu peneliti dalam mengidentifikasi pengetahuan dan temuan yang sudah ada di bidang yang akan diteliti. Dengan mempelajari studi terdahulu, peneliti dapat mengetahui apa yang telah dilakukan sebelumnya, temuan apa yang telah ditemukan, dan apakah masih ada celah penelitian yang belum terpenuhi.

Studi terdahulu membantu dalam merumuskan pertanyaan penelitian yang relevan dan signifikan. Dengan memahami penelitian terdahulu, peneliti dapat mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan atau masalah yang belum terselesaikan, yang kemudian dapat membimbing pembentukan pertanyaan penelitian yang lebih baik. Studi terdahulu membantu dalam memperoleh perspektif metodologi yang sesuai. Dengan mempelajari pendekatan penelitian yang telah digunakan dalam studi terdahulu, peneliti dapat memilih metode penelitian yang paling tepat untuk pertanyaan penelitian mereka. Hal ini penting untuk menghindari pemborosan sumber daya dan mengarahkan penelitian ke arah yang lebih inovatif.

Dalam keseluruhan, studi terdahulu memiliki peran penting dalam memandu penelitian baru. Dengan mempelajari penelitian terdahulu, peneliti dapat membangun pengetahuan yang ada, mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan, dan memperkuat dasar teoritis serta metodologi penelitian mereka.

### II.16.1 Kerentanan Potensi Banjir Di Daerah Aliran Sungai Citarik Bagian Hulu, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat (Sri Wahyuni, Yudhi Listiawan, Nana Sulaksana, M. Kurniawan Alfadli, 2022)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kerentanan potensi banjir berdasarkan analisis morfometri. Parameter morfometri yang digunakan yaitu rasio kebundaran ( $R_c$ ), kerapatan pengaliran ( $D_d$ ), gradien sungai, dan kemiringan lereng. Parameter tersebut sebagai aspek kuantitatif bentuk lahan. Selain itu, parameter curah hujan dan penggunaan lahan juga digunakan sebagai parameter penentuan kerentanan banjir pada daerah penelitian. Hal ini ditunjukkan dengan hasil analisis karakteristik morfometri pada daerah penelitian memiliki bentuk DAS membulat - memanjang, kerapatan pengaliran sedang, gradien sungai rendah, curah hujan agak rendah, dan kemiringan lereng yang bervariasi dari datar-sangat curam. Terdapat 3 tingkat kerentanan banjir di daerah penelitian yaitu Wilayah Tidak Rentan di sebelah utara dan selatan daerah penelitian, Wilayah Sedikit Rentan pada bagian utara hingga selatan, dan Wilayah Agak Rentan pada bagian barat hingga tenggara daerah penelitian

**Tabel II. 17** Kerentanan Wilayah Potensi Banjir Das Citarik

Kategori	Luas (KM2)	%	Nilai	Kerentanan
Rendah	19,64	11,1	0,7-1,65	Tidak Rentan
Agak Rendah	106,71	60,3	1,7-2,5	Sedikit Rentan
Sedang	50,64	28,6	2,55-3,45	Agak Rentan

Pada tabel ini didapat tiga wilayah kerentanan potensi banjir yaitu:

1. Wilayah Tidak Rentan dengan persentase 11,1%, wilayah ini menempati beberapa bagian di sebelah utara dan selatan daerah penelitian. Terletak di daerah pegunungan yang banyak vegetasinya yaitu di daerah aliran sungai bagian hulu.

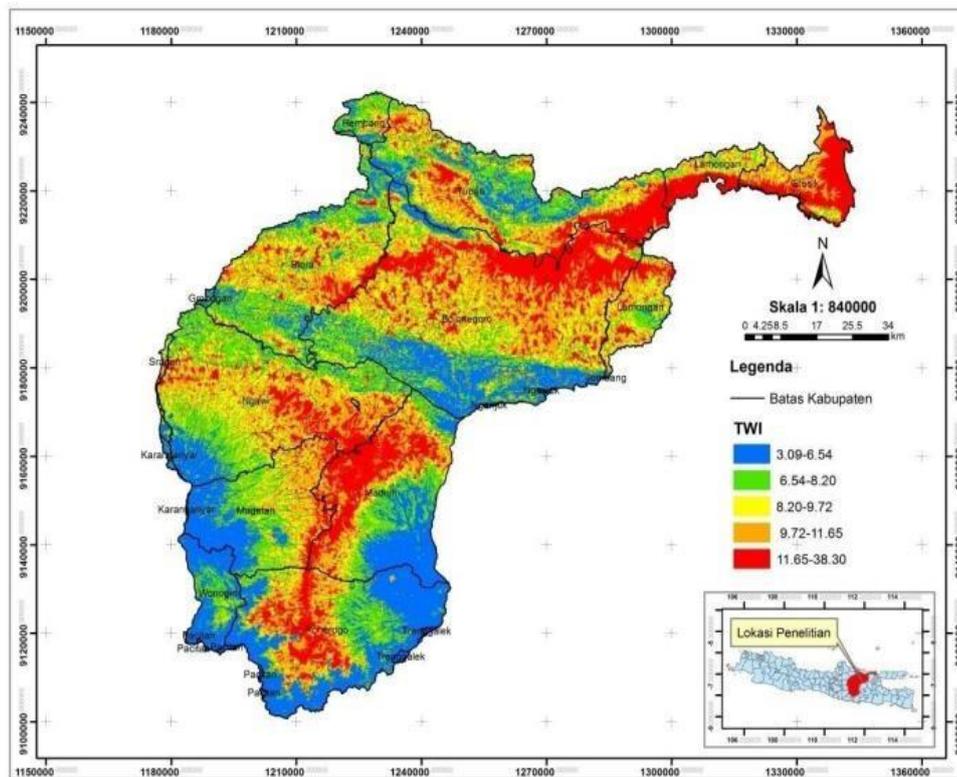
2. Wilayah Sedikit Rentan dengan persentase 60,3%, wilayah ini berada pada bagian utara hingga selatan. Terletak pada lereng agak curam hingga sangat curam, sebagian besar penggunaan lahan adalah perkebunan, ladang dan semak belukar
3. Wilayah Agak Rentan dengan persentase 28,6 %, wilayah ini mendominasi pada bagian barat hingga tenggara daerah penelitian. Penggunaan lahan didominasi oleh persawahan dan pemukiman di bagian hilir DAS, pada lereng datar hingga landai.

### **II.16.2 Penentuan Prioritas Penanganan Banjir Genangan Berdasarkan Tingkat Kerawanan Menggunakan Topographic Wetness Index: Studi Kasus di DAS Solo (Arina Miardini, Grace Serepina Saragih 2019)**

Penelitian ini didasarkan untuk mengetahui daerah prioritas penanganan banjir di DAS Solo (Sub DAS Kali Madiun- Sub DAS Solo Hilir) berdasarkan tingkat kerawanan banjir. Kerawanan banjir dipengaruhi oleh kondisi topografi yang berhubungan dengan akumulasi aliran sehingga pada penelitian ini digunakan metode Topographic Wetness Index (TWI) untuk menentukan daerah rawan banjir. Nilai TWI tinggi menunjukkan bahwa daerah memiliki kerawanan banjir yang tinggi dan berasosiasi dengan topografi datar dengan kerapatan aliran yang tinggi. Metode ini berbasis data raster dengan data berasal dari DEM (Digital Elevation Model) 30 m yang diturunkan menjadi lereng melalui spatial analysis tools dan akumulasi aliran (flow accumulation) dianalisis menggunakan Watershed Delineation Tools (WDT). Berdasarkan hasil analisis, prioritas penanganan banjir ditentukan pada daerah kriteria rawan-sangat rawan dengan TWI 11.65-38.30 yang teridentifikasi sebesar 387098.23 ha (39.68%). Penanganan banjir di DAS Solo diprioritaskan pada 1) Kabupaten Bojonegoro seluas 105215.13 ha 2) Ngawi (56810.68 ha), 3) Madiun (44102.06 ha), 4) Tuban seluas 43072.06 ha, dan 5) Ponorogo (35853.62 ha).

**Tabel II. 18** Nilai Twi Kerentanan Banjir

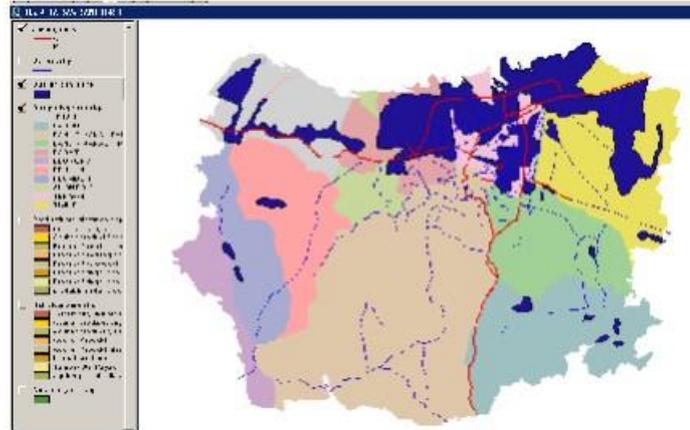
Nilai TWI	Kerawanan Banjir	Luas (ha)	Persentase (%)
3.09-6.54	Tidak Rawan	182354.81	18.69
6.54-8.20	Agak Rawan	209037.94	21.42
8.20-9.72	Sedang	197017.52	20.19
9.72-11.65	Rawan	200510.08	20.55
11.65-38.30	Sangat Rawan	186588.15	19.12
Jumlah		975508.51	100.00



Gambar II. 7 Gambar Tingkat Kerawanan Banjir Kawasan DAS Solo

### II.16.3 Analisis Sistem Drainase Kota Semarang Berbasis Sistem Informasi Geografi dalam Membantu Pengambilan Keputusan bagi Penanganan Banjir (Th. Dwiati Wismarini dan Dewi Handayani Untari Ningsih 2010)

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa dengan memanfaatkan teknologi Sistem Informasi Geografi dan ketersediaan data digital untuk kawasan regional atau skala global yang dihasilkan dari scanning peta wilayah, foto udara atau citra yang dihasilkan dari satelit, profil saluran drainase dan bangunan-bangunan drainase yang diperlukan sebelum perencanaan fasilitas drainase. Analisa pada System Drainase untuk mengetahui daerah yang tergenang dan pengaruhnya pada tataguna lahan, sarana dan prasarana serta pada pemukiman penduduk. Dengan memanfaatkan prototipe sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan dengan alat bantu Sistem Informasi Geografi secara optimal akan mempercepat pengambilan keputusan dalam upaya penanggulangan banjir yang terprogram dan terencana.



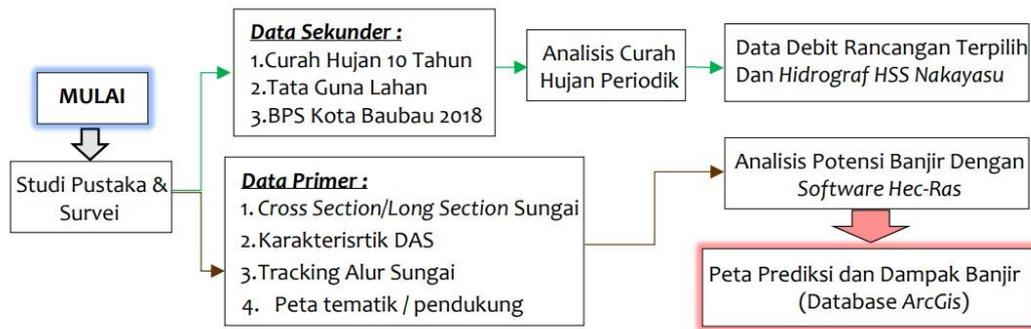
**Gambar II. 8** Tingkat Kerawanan Banjir Kota Semarang

Berdasarkan gambar diatas diketahui Banjir di kota Semarang bersumber pada peningkatan debit banjir dari daerah tangkapan airnya dan pengaruh fluktuasi muka air laut akibat pasang surut, oleh karena itu, pengendalian banjir di kta Semarang pada dasarnya terdiri dari 3 pendekatan yaitu :

1. Pengendalian banjir yang datang dari DAS di Hulunya
2. Pengendalian Banjir Lokal
3. Pengendalian banjir akibat pasang surut atau rob

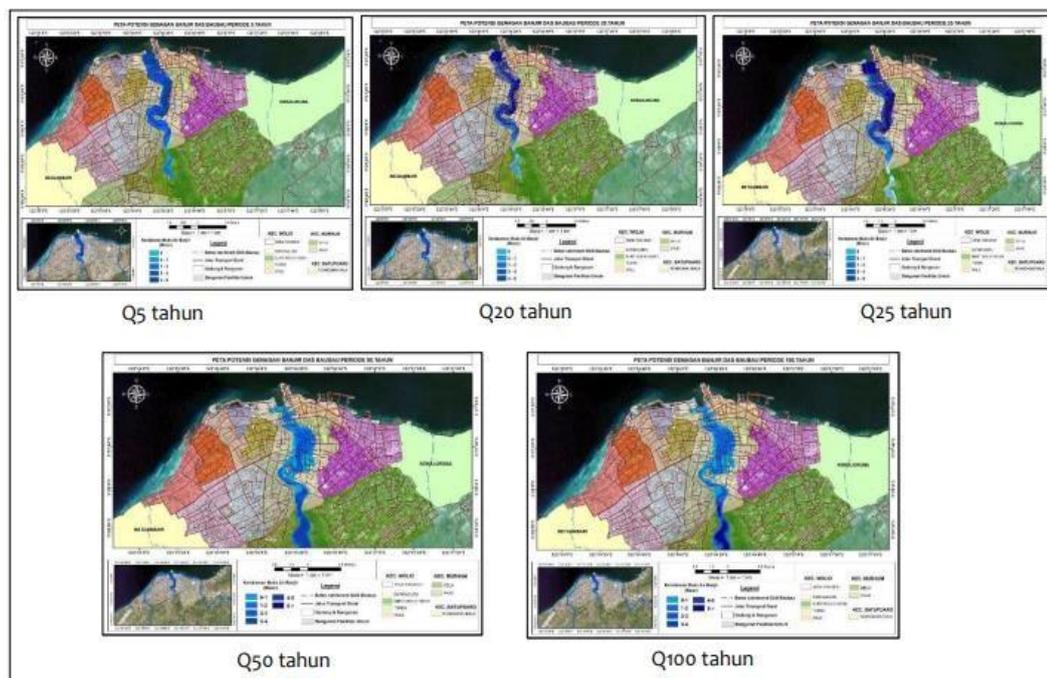
#### **II.16.4 Analisis Genangan Banjir Akibat Debit Puncak Di Das Baubau Menggunakan Hec-Ras Dan Gis (Muhammad Nuzul, Mahmud Achmad, Andang Suryana Soma, 2021)**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui debit banjir rancangan menggunakan data curah hujan 10 tahun dianalisis dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu. Dari hasil survei lapangan di peroleh data karakteristik hidrologi sungai dan parameter morfometri DAS kemudian dianalisis dengan model hidraulika menggunakan bantuan software HEC-RAS 5.0.7 lalu di export ke HEC-GeoRAS merupakan tools dari ArcGis versi 10.5. Berdasarkan hasil model hidrologi yang di integrasikan ke model hidraulika pada temuan penelitian ini, diperoleh estimasi kerugian fisik, sosial, dan ekonomi serta peta wilayah potensi banjir berbasis spasial yang terjadi di 3 kecamatan yaitu Kec.Murhum, Kec.Batupoaro dan Kec.Wolio, tersebar di 7 kelurahan yang dilalui oleh aliran Sungai Baubau dengan tingkat status kelas resiko tinggi.



**Gambar II. 9** Pengolahan Data Penelitian

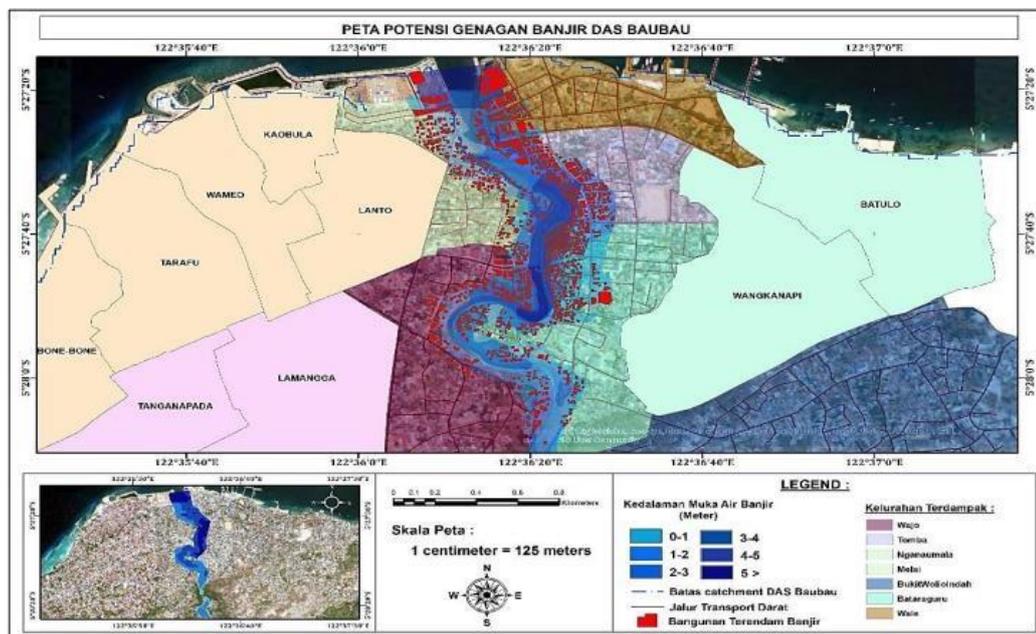
Dari gambar diatas dapat dilihat pengaplotan dan pengolahan banjir yang dilakukan, komponen utama dipetakan menggunakan perangkat GIS. Pemetaan baru dapat dilaksanakan setelah seluruh data indikator pada setiap komponen diperoleh dari sumber data yang telah ditentukan. Komponen atau Indikator peta zonasi daerah rawan banjir dengan Panduan dari Kementerian PU, BMKG, dan Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal) di nilai berdasarkan skoring dan pembobotan tinggi genangan banjir yang dibagi dalam 3 kelas ancaman, yaitu pada kedalaman  $< 0.76$  m dengan kelas rendah,  $0.76$  sampai  $1.5$  m kelas sedang dan kedalaman  $> 1.5$  m berada pada kelas resiko tinggi (Perka Badan Penanggulangan Bencana, No.2 Tahun 2012)



**Gambar II. 10** Potensi Banjir Das Bau Bau Periode Ulang

**Tabel II. 19** Dampak Genangan Banjir di DAS Baubau tiap Periode Ulang

		Periode 5 Tahun			
Kecamatan	Kelurahan	Luas Genangan (Km <sup>2</sup> )	Ketinggian Banjir (Meter)	Penduduk Terdampak (Jiwa/Km <sup>2</sup> )	Bangunan (Unit)
Wolio	Bataraguru	0.0906	1-4	1.985	464
	Tomba	0.0393	4-5	2.165	236
	Wale	0.0315	3-5	1.165	244
	Bukit Wolio Indah	0.0273	1-2	-	-
		Periode 50 Tahun			
Murhum	Wajo	0.0546	1-4	2.442	142
	Melai	0.0391	1-5>	-	-
Batupoaro	Nganganaumala	0.0553	1-3	1.995	120
	Bataraguru	0.1473	1-4	1.723	639
Wolio	Tomba	0.0623	1-3	1.928	307
	Wale	0.0253	1-2	2.040	246
	Bukit Wolio Indah	0.0590	1-5>	-	-
		Periode 100 Tahun			
Murhum	Wajo	0.0572	1-4	3.707	141
	Melai	0.0403	1-5>	-	-
Batupoaro	Nganganaumala	0.0609	1-3	2.878	128
	Bataraguru	0.1481	1-4	2.710	633
Wolio	Tomba	0.0668	1-3	2.846	327
	Wale	0.0340	1-3	2.402	262
	Bukit Wolio Indah	0.0599	1-5>	-	-



**Gambar II. 11** Peta Zona Ancaman Banjir Periode Ulang 5 s/d 100 Tahun

Dari hasil analisis pada penelitian ini, berupa zonasi potensi bencana banjir yang telah dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai aspek dan karakteristik kondisi sesungguhnya agar menghasilkan fakta sebenarnya. Dari hasil dan pembahasan tersebut maka dapat disimpulkan, berdasarkan simulasi model

HECRAS diperoleh nilai debit banjir rancangan maksimum Sungai Baubau periode Q5 tahun sebesar 435.24 m<sup>3</sup> /s, Q20 tahun 498.30 m<sup>3</sup> /s, Q25 tahun 511.76 m<sup>3</sup> /s, Q50 tahun 536.84 m<sup>3</sup> /s dan Q100 tahun 559.06 m<sup>3</sup> /s yang melebihi kapasitas sungai atau memiliki potensi ancaman banjir yang dapat menimbulkan ketinggian banjir mencapai 1 sampai 5 meter dari tinggi muka air normal sungai dengan status kelas resiko tinggi. Dari hasil integrasi pemodelan HEC-RAS dan ArcGIS menghasilkan informasi mengenai zonasi daerah genangan banjir yang terdampak di 3 kecamatan yaitu, Kecamatan Murhum mencapai luas genangan maksimum 0.098 km<sup>2</sup> tersebar di Kelurahan Wajo dan Melai, Kecamatan Batupoaro dengan luas genangan 0.061 Km<sup>2</sup> berada di Kelurahan Nganganaumala dan Kecamatan Wolio tersebar di Kelurahan Bataraguru, Tomba, Wale dan Bukit wolio indah dengan luas genangan mencapai 0.309 Km<sup>2</sup> , ketiga kecamatan tersebut memiliki kelas resiko sangat rentan.

#### **II.16.5 Analisis Penyebab Banjir Di Dki Jakarta (Eldi Widyaiswara, 2020)**

Tujuan dari artikel ini adalah untuk mengetahui berbagai faktor penyebab terjadinya banjir di DKI Jakarta. Metode penelitian dalam artikel ini menggunakan desain penelitian deskriptif dengan menggunakan studi literatur yang mendekati. Berdasarkan jenis penelitian dan sumber data yang digunakan, teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan data sekunder. Kemudian hasil penelitian yang telah dilakukan adalah bahwa penyebab banjir di DKI Jakarta secara umum adalah karena dinamika dan perkembangan kota, di dalamnya terdapat berbagai aspek yang dapat dilihat, seperti aspek demografi kota tersebut menyebabkan pertumbuhan penduduk yang cepat dari suatu daerah perkotaan dan menyebabkan berbagai masalah yang terjadi di perkotaan aspek selanjutnya adalah tata guna lahan, dimana perkembangan suatu wilayah perkotaan menyebabkan kebutuhan akan lahan untuk dijadikan tempat tinggal di perkotaan terus mengalami peningkatan. Dan aspek terakhir adalah perubahan penggunaan lahan, dimana terjadi perubahan pola penggunaan lahan di kawasan perkotaan dari kawasan tidak berkembang menjadi kawasan terbangun yang berkaitan dengan perluasan kawasan perkotaan secara fisik manifestasi dan tekanan akibat urbanisasi.

## II.16.6 Estimasi Erosi Dan Sedimentasi Lahan Pada Das Langsa Berbasis Sistem Informasi Geografis (Sig) (Faiz Izma, Meilandy Purwandito Zacky Ardhyan, 2019)

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengestimasi besaran erosi dan sedimentasi lahan menggunakan persamaan USLE dan persamaan Vestraten 2007 dengan menyajikan estimasi menggunakan SIG. Hasil analisa menyatakan bahwa tingkat bahaya erosi (TBE) pada DAS Langsa masuk dalam kategori sedang dan proses penyaluran erosi dari tiap unit lahan berdasarkan arah aliran menghasilkan sedimentasi lahan yang tertinggi sebesar 908,39 ton/ha/tahun dan umumnya berada pada bagian hulu DAS dan yang paling rendah berada sub DAS bagian hilir sebesar 3,447 ton/ha/tahun dan bahkan ada beberapa sub DAS tidak terjadi sedimentasi lahan seluas 2.944,63 ha dan volume erosi yang tersalurkan di estuari kuala langsa sebesar 10.512,25 m<sup>3</sup> /tahun sebagai penyebab pendangkalan disepanjang alur estuari kuala langsa.

**Tabel II. 20** Proses erosi dan sedimentasi lahan pada DAS Langsa

Kode Unit	Erosi/E (Ton/Ha/Tahun)	Tout (Ton/Ha/Tahun)	Arah Aliran (Flow Direction)		Ei + Tout (Ton/Ha/Tahun)	Tin Hilir (Ton/Tahun)	Sedimentasi Lahan (Ton/Ha/Tahun)
			Asal Sub DAS	Tujuan Sub DAS			
A1	142.09	1.915					140.176
A2	343.49	2.155	A1	A2	345.403	2.155	343.248
A3	483.21	3.934	A2	A3	485.366	3.934	481.433
A7	658.17	4.624					653.546
B1	573.98	2.111	A6, A7, B2	B1	582.224	8.240	580.112
B5	257.54	1.572	A3, B6	B5	263.832	4.847	262.260
B6	228.07	2.363					225.703
C1	245.42	1.474	B3	C1	246.541	1.121	245.067
C2	122.69	1.130	B4	C2	123.826	1.132	122.696
C3	183.43	1.364					182.063
C4	309.75	0.913	B1, B2, B3	C4	314.885	5.135	313.971

D1	152.95	1.657					151.296
D2	209.29	1.871	C3, C4	D2	211.568	2.277	209.697
D3	195.85	1.019					194.835
D4	309.32	2.516	D5	D4	310.268	0.953	307.753
D5	284.06	0.953	C1, C2	D5	286.668	2.604	285.714
D6	399.13	1.124					398.003
D7	223.82	1.769	D1, D2, D3	D7	228.365	4.547	226.595
D8	246.41	1.613	D7	D8	248.182	1.769	246.569
D9	74.64	3.296	D4, E3	D9	78.294		74.998
E1	236.52	0.846	D6	E1	237.649	3.656	236.803
E4	150.64	1.537	D9	E4	153.934	3.296	152.397
E5	159.26	4.609	D7, D8, E4	E5	164.175	3.547	159.566
F1	140.88	6.219	E5	F1	145.490	4.609	139.272
F4	220.95	3.455	E1, E2	F4	222.665	1.716	219.210
F5	177.62	31.848					145.776
G1	160.98	31.340					129.642
G2	158.84	44.433	F5	G2	190.691	31.848	146.258
G3	154.63	24.133	G2	G3	199.067	44.433	174.933
G4	178.54	9.171	F4	G4	181.997	31.340	172.826
G5	136.51	14.683	F2, F3	G5	149.081	12.569	134.398
H3	65.66	31.378					34.281
H4	82.60	21.168	G3, G4, G5	H4	130.590	47.987	109.422
H5	90.62	35.000	G1	H5	121.965	31.340	86.965
I1	13.30	13.304					0
I2	0.45	87.996	H3, H4, H5	I2	87.996	87.546	0
I3	0.71	0.712					0
I4	7.73	23.233	H2	I4	23.233	23.233	0
J1	1.29	19.603	I4	J1	24.519	23.233	4.916
J2	2.03	2.027					0.000
J3	1.49	47.956	I3, J1, J4	J3	120.440	118.947	72.483
J4	0.78	98.632	I1, I2	J4	199.931	101.300	101.300
K3	1.70	3.732	J2	K3	3.732	2.027	0
K4	1.85	1.854					0
L1	2.07	3.921	K4	L1	3.921	1.854	0
L2	34.89	20.935	K1, K2	L2	61.195	26.309	40.260

M1	2.42	28.588	K3, L1, L2	M1	28.588	28.588	0
<b>Outlet (K3+L2+L1+M1) (ton/tahun)</b>						<b>10,512.25</b>	

Distribusi erosi yang masuk ke outlet (estuari kuala Langsa) pada bagian hilir DAS (Tabel 3) di mana kejadian erosi yang keluar ke outlet adalah sebesar

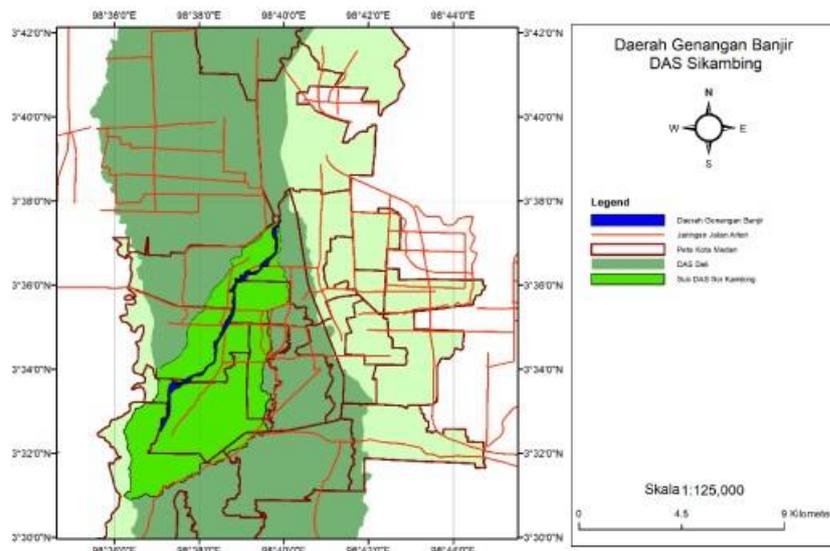
10.512,25 ton/tahun. Maka pendugaan besaran erosi yang keluar dari sub DAS dan tersalurkan pada estuari kuala Langsa sebesar 10.512,25 ton/tahun. Estuari kuala langsa akan menerima sumbangan volume sedimen akibat erosi sebesar 3.951,97 m<sup>3</sup>/tahun, sehingga dapat dinyatakan besaran volume erosi yang masuk pada estuari kuala langsa sebesar 3.951,97 m<sup>3</sup>/tahun kemungkinan berkontribusi terhadap pendangkalan di alur estuari kuala langsa berdasarkan luasan dari titik pertemuan aliran air krueng Langsa dengan pasang dari laut tertinggi tetapi perubahan pasut dan debit sungai Langsa tidak ditinjau dalam penelitian ini.

#### **II.16.7 Studi Pemetaan Daerah Genangan Banjir Das Sei Sikaming Dengan Sistem Informasi Geografis (Asril Zevri, 2019)**

Tujuan dari penelitian ini untuk melakukan pemetaan daerah genangan banjir DAS Sungai Sei Kaming sebagai informasi kepada masyarakat dalam usaha mitigasi bencana. Lingkup kegiatan dari penelitian ini yaitu menganalisa curah hujan harian maksimum dengan kala ulang 2 s/d 100 tahun, menganalisa debit banjir dengan kala ulang 2 s/d 100, menganalisa tinggi muka air banjir dengan software HECRAS, dan pemetaan secara spasial daerah genangan banjir dengan SIG. Hasil penelitian menunjukkan debit banjir kala ulang DAS Sikaming dengan periode kala ulang 25 tahun 211,94 m<sup>3</sup> /det menimbulkan tinggi muka air banjir DAS Sikaming berada diantara 1,7 m s/d 3,7 m. Daerah genangan banjir DAS Sikaming mencapai luasan 1,19 Km<sup>2</sup> yang mengakibatkan dampak banjir terhadap 5 kecamatan di Kota Medan yaitu Kecamatan Medan Selayang, Medan Sunggal, Medan Petisah, Medan Helvetia, dan Medan Barat.

**Tabel II. 21** Hasil analisa debit banjir kala ulang 2 s/d 100 tahun Das Sei Sikambang

Waktu (jam)	Unit Hidrograf Qt (m <sup>3</sup> /dt)	Grand Total Debit (m <sup>3</sup> /d)					
		Kala Ulang (Tahun)					
		2	5	10	25	50	100
0,00	0,000	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
1,00	0,149	13,93	17,16	19,97	23,04	25,35	27,69
2,00	0,788	70,54	87,54	102,40	118,61	130,79	143,13
2,55	1,411	125,81	156,28	182,90	211,94	233,76	255,86
3,00	1,191	106,31	132,03	154,51	179,02	197,44	216,09
4,00	0,823	73,70	91,48	107,01	123,96	136,69	149,58
5,00	0,569	51,16	63,45	74,19	85,90	94,70	103,61
5,81	0,422	38,12	47,23	55,19	63,87	70,40	77,00
6,00	0,403	36,42	45,11	52,71	61,00	67,23	73,54
7,00	0,315	28,62	35,42	41,36	47,84	52,71	57,64
8,00	0,246	22,53	27,84	32,49	37,55	41,36	45,22
9,00	0,192	17,77	21,92	25,55	29,51	32,49	35,50
10,00	0,150	14,04	17,29	20,13	23,22	25,55	27,91
10,70	0,127	11,93	14,66	17,05	19,66	21,62	23,60



**Gambar II. 12** Peta daerah genangan banjir Das Sei Sikambang

Hasil analisa pemetaan daerah genangan banjir DAS Sikambang dengan Sistem Informasi Geografis memberikan informasi luas daerah genangan banjir DAS Sikambang mencapai 1,19 Km<sup>2</sup> yang mencakup dari hulu sampai hilir. Dampak daerah genangan banjir mengakibatkan beberapa daerah kecamatan di Kota Medan terkena banjir dengan luasan genangan yang berbeda. Luasan dampak genangan banjir DAS Sikambang terhadap beberapa kecamatan di Kota Medan.

## II.16.8 Evaluasi Sistem Drainase Di Kecamatan Helvetia Kota Medan (Anisah Lukman, 2018)

Tujuan penelitian ini untuk menganalisis kapasitas dan sistem drainase pada kawasan Helvetia. Adapun lokasi yang diambil pada kawasan Drainase Helvetia Kota Medan yang dipusatkan di Kecamatan Medan Helvetia dikarenakan di wilayah ini rawan terjadi genangan. Data mengenai curah hujan harian maksimum wilayah kecamatan Medan Helvetia didapat melalui Stasiun Klimatologi Sampali Medan. Luas total area wilayah Medan Helvetia adalah 1.316 Ha. Dengan luas area genangan sebesar  $1,46 \text{ km}^2 = 146 \text{ Ha}$  apakah masih mencukupi untuk mengalirkan serta membuang air yang berasal dari daerah tangkapan air tersebut disepanjang drainase primer dan sekunder pada saat banjir (curah hujan tinggi).

No	Nama Saluran	Q Eksisting Saluran	Q Rancangan			Ket.
			2 tahun	5 tahun	10 tahun	
1	Drainase Primer	1,7188 m <sup>3</sup> /det	0,5322 m <sup>3</sup> /det	0,520 m <sup>3</sup> /det	0,5646 m <sup>3</sup> /det	Aman untuk 2,5 dan 10 tahun,

**Gambar II. 13** Perbandingan Q Rancangan dan Q Saluran Drainase Primer kawasan Medan Helvita

No	Nama Saluran	Q Eksisting Saluran	Q Rancangan			Ket.
			2 tahun	5 tahun	10 tahun	
1	Drainase Primer	0,0413 m <sup>3</sup> /det	0,5322 m <sup>3</sup> /det	0,5520 m <sup>3</sup> /det	5,646 m <sup>3</sup> /det	Tidak aman untuk 2, 5 dan 10 tahun

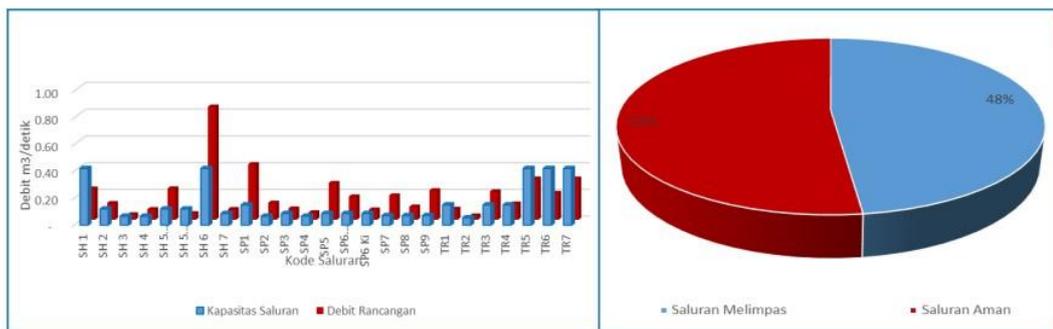
**Gambar II. 14** Perbandingan Q rancangan dan Q ekisting

Berdasarkan hasil analisa hidrologi dan uji sebaran distribusi, digunakan distribusi Log Person type III sehingga di dapat intensitas curah hujan maksimum (I maks)= 14,644 mm/jam, debit banjir rencana maksimum (Q)= 5,646 m<sup>3</sup>/det dan waktu konsentrasi (tc)= 1,087 jam. Dari hasil Q analisis rancangan dan Q analisis kapasitas saluran di atas dibuat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi drainase primer kawasan Medan Helvetia dari analisa didapat Drainase

Primer sebesar 1,7188 m<sup>3</sup> /det pada Q Eksisting Saluran. Untuk Q Rancangan didapat sebesar 0,5646 m<sup>3</sup> /det pada kondisi 10 tahun.

### II.16.9 Kajian Penanggulangan Genangan Yang Terintegrasi Di Kawasan Pilang, Probolinggo (Rahma Rismasari, Donny Harisuseno, dan Andre Primantyo Hendrawan, 2018)

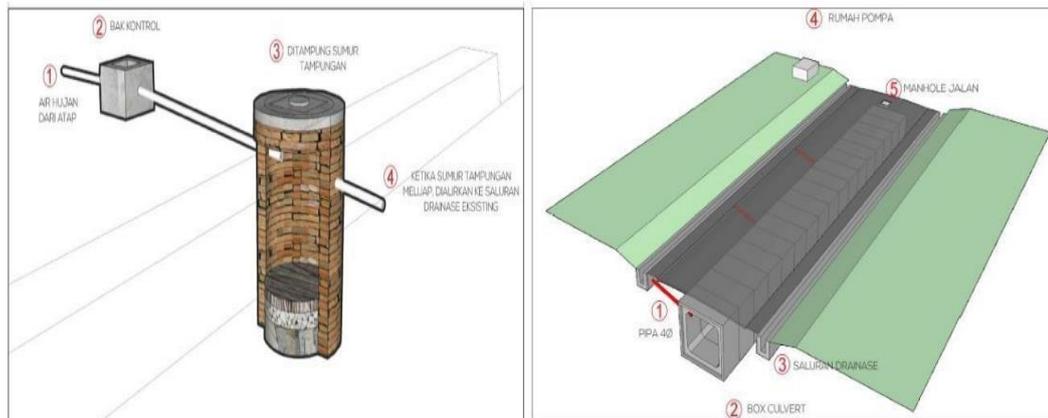
Penelitian ini mengkaji penanggulangan genangan secara terintegrasi antara sistem baru yang diusulkan berupa sumur tampungan, dan kolam detensi dengan sistem drainase eksisting. Curah hujan rancangan dihitung dengan metode Gumbel dan Metode Log Person Tipe III untuk kemudian dibandingkan hasilnya, dan dipilih yang memenuhi persyaratan. Karena merupakan integrasi dari kerja 2 (dua) sistem drainase, sehingga perlu dianalisis potensi dalam mereduksi genangan dan potensi dalam menambah waktu tiba banjir.



**Gambar II. 15** Grafik Hasil Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Eksisting Terhadap Debit Rancangan

No	Kode	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>R</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>gen</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	Q <sub>tamp</sub> (m <sup>3</sup> /detik)	n
1	SH2	0.121	0.125	0.004	0.0029	2
2	SH4	0.067	0.079	0.013	0.0029	5
3	SH5Ka	0.151	0.234	0.084	0.0020	42
4	SH6	0.423	0.787	0.218	0.0061	36
5	SP1	0.151	0.224	0.074	0.0013	58
6	SP2	0.067	0.128	0.061	0.0025	24
7	SP5	0.121	0.171	0.050	0.0025	21
8	SP6Ka	0.121	0.158	0.037	0.0026	15
9	SP7	0.087	0.142	0.054	0.0025	22
10	SP8	0.087	0.099	0.011	0.0024	5
11	SP9	0.087	0.119	0.032	0.0033	10
12	TR3	0.151	0.213	0.062	0.0018	36
<b>JUMLAH KEBUTUHAN SUMUR TAMPUNGAN</b>						<b>276</b>

**Gambar II. 16** Rekapitulasi Kebutuhan Sumur Tampungan



**Gambar II. 17** Sketsa Sumur Tampungan dan Sketsa Kolam Detensi

Dari hasil analisis diperoleh bahwa kejadian genangan historis mendekati perhitungan intensitas hujan kala ulang 2 tahun, sehingga sistem yang diusulkan didesain atas dasar debit rancangan kala ulang 5 tahun. Curah hujan rancangan diperoleh dengan metode Log Person Tipe III sebesar 125.304 mm. Dari hasil evaluasi kapasitas saluran terhadap debit rancangan, terdapat 12 saluran drainase eksisting yang kapasitasnya tidak memadai dalam menerima beban debit rancangan. Upaya penanggulangan secara terintegrasi dapat mereduksi genangan hingga 100%, dan dapat menunda waktu tiba banjirnya sebesar 83% pada 12 saluran yang diidentifikasi terjadi genangan tersebut.

**II.16.10 Evaluasi Sistem Drainase Terhadap Penanggulangan Genangan di Kota Sidoarjo (Anita Rahmawati<sup>1</sup>, Alia Damayanti, Eddy Setiadi Soedjono, 2015)**

Pada penelitian ini dilakukan analisis yang ditinjau dari aspek teknis dan lingkungan. Aspek teknis dengan melakukan evaluasi sistem drainase eksisting yang menunjukkan bahwa saluran primer dan sekunder di Kota Sidoarjo tidak mampu menampung debit rencana. Perhitungan tinggi hujan rancangan dengan periode ulang 5 tahun untuk saluran sekunder dan 10 tahun untuk saluran primer menggunakan metode Log Pearson Type III dan perhitungan debit rencana menggunakan metode rasional. Sedangkan aspek lingkungan menunjukkan bahwa diperlukan penerapan sistem drainase ramah lingkungan.

Uraian	Nilai
Hujan Rerata=	1,8429
$s = \sqrt{\left[ \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1} \right]}$	
$s = \sqrt{\left[ \frac{0,144044}{15-1} \right]} = 0,1014$	
$G = \sqrt{\left[ \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \right]}$	
$G = \sqrt{\left[ \frac{15 (0,005917)}{(15-1)(15-2)0,10^3} \right]} = 0,4877$	
$K_2$	= -0,0954
$K_5$	= 0,8018
$K_{10}$	= 1,3268
$K_{25}$	= 0,0525
$K_{50}$	= 2,3482
$K_{100}$	= 2,7396
$R_2$	= 68,1083
$R_5$	= 83,9847
$R_{10}$	= 94,9511
$R_{25}$	= 70,5018
$R_{50}$	= 120,5313
$R_{100}$	= 132,0687

**Gambar II. 18** Curah Hujan Rencana

Berdasarkan hasil analisis, terdapat 40 saluran dari 131 saluran yang tidak dapat menampung debit rencana. Curah hujan rancangan yang digunakan adalah 94,9511 mm untuk periode ulang 10 tahun dan 83,9847 untuk periode ulang 5 tahun dengan debit genangan sebesar 80,4631 m<sup>3</sup> /det serta luas catchment area seluas 9464,72 ha. Ada 2 alternatif yang digunakan yaitu dengan normalisasi saluran dan penerapan saluran porus dengan debit serap sebesar 0,0996 m<sup>3</sup> /detik. Alternatif tersebut cocok digunakan dalam mengurangi limpasan dan resapan untuk air tanah.

#### **II.16.11 Arahan Spasial teknologi Drainase Untuk Mereduksi Genangan Di Sub Daerah Aliran Sungai Watu Bagian Hilir (Diah Ayu Kusumadewi, Ludfi Djakfar, Moh. Bisri, 2013)**

Tujuan penelitian ini adalah memberikan arahan spasial teknik drainase untuk mereduksi genangan di Sub DAS Watu bagian Hilir. Metode yang dipakai adalah metode deskriptif, melalui analisa penggunaan lahan, analisa resapan air, analisa laju limpasan permukaan, dan analisa sistem drainase, Analisis dilakukan terhadap data eksisting Tahun 2010 dengan data pada Tahun 2030 berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Malang Tahun 2010-2030.

**Tabel II. 22** Ragam penggunaan lahan eksisting Sub DAS

No.	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)
1	Perumahan/Permukiman	222,64
2	Perdagangan dan Jasa	4,28
3	Industri dan pergudangan	9,23
4	Sarana Umum dan Sosial	5,12
5	Ruang Terbuka Hijau : tegalan	129,98
6	Ruang Terbuka Hijau : sawah	242,00
7	Utilitas jalan	38,47
	Total	651,72

**Tabel II. 23** Rekapitulasi kondisi saluran drainase eksisting

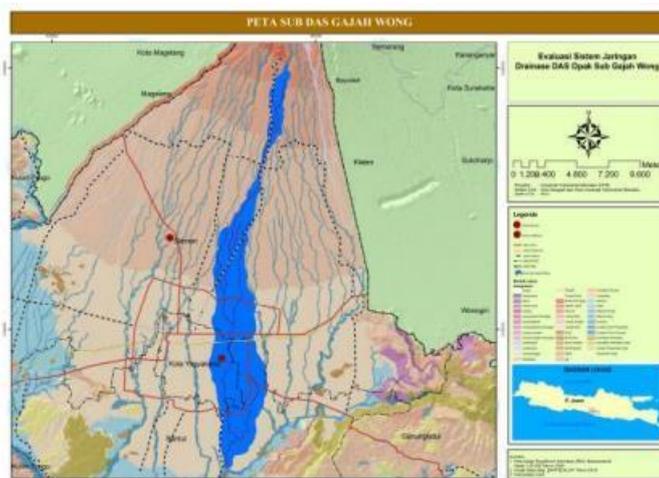
No.	Kondisi saluran drainase	Prosentase
1	Tidak tersedia saluran drainase	33%
2	Saluran drainase tertutup bangunan	17%
3	Saluran drainase berfungsi ganda sebagai saluran irigasi	6%
4	Saluran drainase terlalu kecil	10%
5	Saluran drainase tanpa inlet atau bibir saluran lebih tinggi daripada muka jalan	14%
6	Saluran drainase tidak terpelihara atau saluran ditumbuhi rumput	11%
7	Saluran dalam kondisi baik	8%

Berdasar analisa, pada tahun 2010, luas ruang terbangun adalah 207,36 Ha (31,82%) dan ruang terbuka 444,36 Ha (68,18%). Pada Tahun 2030 terjadi peningkatan ruang terbangun menjadi 417,97 Ha (64,13%) diikuti penurunan ruang terbuka menjadi 233,75 Ha (35,87%). Terjadi penurunan daya resap air dari 240.888,40 m<sup>3</sup> /tahun pada Tahun 2010 menjadi 117.444,40 m<sup>3</sup> /tahun pada Tahun 2030. Dan terjadi peningkatan laju aliran permukaan dari 118,622 m<sup>3</sup> /detik pada Tahun 2010 menjadi 136,874 m<sup>3</sup> /detik pada Tahun 2030. Dari hasil analisa sistem drainase diperoleh kondisi eksisting 33% tidak tersedia drainase, 17% Saluran drainase tertutup bangunan, 6% Saluran drainase berfungsi ganda sebagai saluran irigasi, 10% Saluran drainase terlalu kecil, 14% Saluran drainase tanpa inlet atau bibir saluran lebih tinggi daripada muka jalan, 11% Saluran drainase tidak terpelihara atau saluran ditumbuhi rumput, dan 8% Saluran dalam kondisi baik Dengan melihat data hasil analisis yang ada serta kajian teorinya, maka Arahana spasial teknologi drainase untuk mereduksi genangan di Sub Daerah Aliran Sungai Watu bagian Hilir adalah sistem eko-drainase atau drainase ramah lingkungan, yang menyinergikan praktek penataan ruang dengan konservasi air.

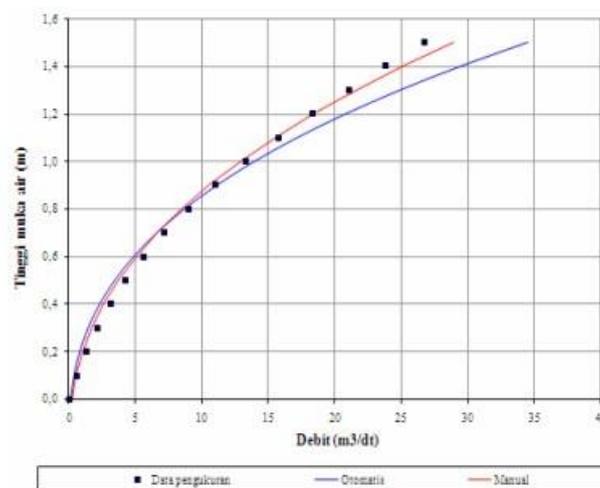
#### **II.16.12 Aplikasi Sig Untuk Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Sub Das Gajahwong Kabupaten Bantul ( Arief Kelik Nugroho, 2013)**

Kondisi lahan daerah aliran sungai dalam kondisi kritis akibat perubahan tata guna lahan sehingga rawan longsor dan erosi. Konsep hidrograf satuan yang banyak digunakan untuk melakukan transformasi dari hujan menjadi debit aliran. Data yang diperlukan untuk menurunkan hidrograf satuan terukur di DAS yang ditinjau

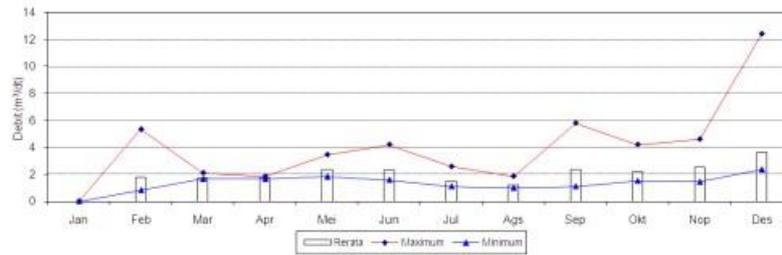
adalah data hujan otomatis dan pencatatan debit di titik pengamatan tertentu. SUB Das (Daerah Aliran Sungai) gajahwong Kabupaten Bantul memiliki panjang 46,15 km<sup>2</sup> dalam evaluasi sistem drainase di Sub DAS Das Gajahwong Kabupaten Bantul, data curah hujan yang digunakan adalah data dari adalah stasiun Wonokromo, pada 7° 49' 20" Lintang selatan dan 110° 20' 30" Bujur timur. Data hujan yang dipergunakan adalah data hujan harian tahun 2010 yang akan ditransformasikan menjadi debit harian dengan memasukkan beberapa parameter seperti luasan sub das, infiltrasi, evaporasi, nilai manning dan kemiringan lahan. Luasan sub das akan dijadikan fokus penelitian dengan mendasarkan pembagian sub das atas beberapa hal.



**Gambar II. 19** Kondisi Geografis Daerah Penelitian Kabupaten Bantul



**Gambar II. 20** Grafik Hubungan Debit dengan Tinggi Muka



**Gambar II. 21** Rerata Debit perbulan dalam periode 2010

Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan untuk mengetahui kondisi topografi, sistem drainase serta menganalisa secara keseluruhan yang meliputi kondisi debit air pada sungai Gajahwong. Dari hasil penelitian diperoleh hasil max debit air 12,41 (bulan desember), min debit air 0,84 (bulan januari), Root mean square error (RMSE) 2,74, mean error 1,0.

## II.16.13 Resume Jurnal Penelitian Terdahulu

Tabel II. 24 Tabel Resume Jurnal Penelitian Terdahulu

No	Tahun	Judul Penelitian	Objek Penelitian	Metode	Variabel	Hasil Penelitian	Gap Analisis	
							Peneliti Terdahulu	Penelitian Penulis
1	2022	KERENTANAN POTENSI BANJIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI CITARIK BAGIAN HULU, KABUPATEN BANDUNG, PROVINSI JAWA BARAT	Tingkat kerentanan potensi banjir berdasarkan analisis morfometri daerah aliran sungai citarik bagian hulu kabupaten bandung, jawa barat	Sistem Informasi Geografis (SIG)	Curah hujan, Morfologi sungai	DAS Citarik bagian hulu terbagi menjadi 20 subDAS dengan kerapatan pengaliran sedang, bentuk DAS memanjang dan membundar serta gradien sungai yang rendah	Kerentanan banjir pada daerah penelitian menggunakan 6 parameter yaitu kerapatan pengaliran (Dd), bentuk DAS (Rc), gradien sungai (Su), kemiringan lereng, curah hujan dan penggunaan lahan	Pada penelitian ini meneliti kemampuan system drainase dalam mereduksi limpasan debit yang menyebabkan genagan dan merekomendasi penganggulangan banjir secara struktural & dan non struktural
2	2021	ANALISIS GENANGAN BANJIR AKIBAT DEBIT PUNCAK DI DAS BAUBAU	Dengan menggunakan Geographic Information System (GIS)	Geografic Information System	Dalam analisis hidraulikan dilakukan model	Dari hasil integrasi pemodelan HEC-RAS dan ArcGIS menghasilkan informasi mengenai zonasi daerah	Berdasarkan simulasi model HEC-RAS diperoleh nilai debit banjir rancangan maksimum Sungai	Pada Penelitian Ini Menganalisis debit banjir dengan perhitungan hidrolika dan

		MENGGUNAKAN HEC-RAS DAN GIS	berupa ArcGis untuk mengklasifikasikan sungai dalam DAS Baubau	(GIS) berupa ArcGis untuk mengklasifikasikan sungai dalam DAS Baubau	simulasi banjir oleh software HEC-GeoRAS untuk menggambar peta genangan banjir pada suatu area dataran banjir yang ada, serta membaca hasil simulasi aliran oleh HEC-RAS 5.0.7	genangan banjir yang terdampak di 3 kecamatan yaitu, Kecamatan Murhum mencapai luas genangan maksimum 0.098 km <sup>2</sup> tersebar di Kelurahan Wajo dan Melai, Kecamatan Batupoaro dengan luas genangan 0.061 Km <sup>2</sup> berada di Kelurahan Nganganaumala dan Kecamatan Wolio tersebar di Kelurahan Bataraguru, Tomba, Wale dan Bukit wolio indah dengan luas genangan mencapai 0.309 Km <sup>2</sup>	Baubau periode Q5 tahun dan dari hasil integrasi pemodelan HEC-RAS dan ArcGIS menghasilkan informasi mengenai zonasi daerah genangan banjir yang terdampak di 3 kecamatan	memodelkan peta kerawanan banjir melalui Software ArcGIS
3	2020	ANALISIS PENYEBAB BANJIR DI DKI JAKARTA	Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan perkotaan, tata guna lahan, dan alih fungsi lahan	Metode numerik	Tata ruang daerah dan daerah resapan air hujan	Penyebab banjir yang terjadi di DKI Jakarta dan saran-saran untuk mengatasi masalah tersebut. Dan juga membahas faktor-faktor yang mempengaruhi	Menggunakan desain penelitian deskriptif untuk mengetahui berbagai penyebab banjir yang terjadi di DKI Jakarta dan faktor-faktor yang mempengaruhi	Dalam Penelitian ini hanya membahas faktor banjir dari sistem drainase, perubahan tata guna lahan dan kondisi DAS

			yang berdampak pada lingkungan perkotaan pada wilayah DKI Jakarta			pertumbuhan perkotaan, tata guna lahan, dan alih fungsi lahan yang berdampak pada lingkungan perkotaan	pertumbuhan perkotaan, tata guna lahan, dan alih fungsi lahan.	
4	2019	ESTIMASI EROSI DAN SEDIMENTASI LAHAN PADA DAS LANGSA BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)	Pengaruh dan penyebab Erosi Dan Sedimentasi Lahan Pada Das Langsa	Metode Model numerik menggunakan soft-ware Hec-Ras	Persamaan USLE dan persamaan Vestraten 2007 dengan menyajikan estimasi menggunakan SIG.	Hasil analisa bahwa tingkat bahaya erosi (TBE) pada DAS Langsa masuk dalam kategori sedang dan proses penyaluran erosi dari tiap unit lahan berdasarkan arah aliran menghasilkan sedimentasi lahan yang tertinggi sebesar 908,39 ton/ha/tahun dan umumnya berada pada bagian hulu DAS dan yang paling rendah berada sub DAS bagian hilir sebesar 3,447 ton/ha/tahun dan bahkan ada beberapa sub DAS tidak terjadi sedimentasi lahan seluas 2.944,63 ha dan	Mengestimasi besaran erosi dan sedimentasi lahan menggunakan persamaan USLE dan persamaan Vestraten 2007 dengan menyajikan estimasi menggunakan SIG.	Dalam penelitian ini tidak membahas erosi dan sedimentasi lahan melainkan hanya menganalisa pengaruh seimentasi terhadap sistem drainase

						<p>volume erosi yang tersalurkan di estuari kuala langsa sebesar 10.512,25 m<sup>3</sup> /tahun sebagai penyebab pendangkalan</p>		
5	2019	<p>STUDI PEMETAAN DAERAH GENANGAN BANJIR DAS SEI SIKAMRING DENGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS</p>	<p>Solusi atau saran dalam penanggulangan banjir di Kota Medan akibat luapan banjir DAS Sikaming</p>	<p>Metode numerik menggunakan software Hec-Rass dan SIG</p>	<p>Debit banjir, daerah genangan banjir</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan debit banjir kala ulang DAS Sikaming dengan periode kala ulang 25 tahun 211,94 m<sup>3</sup> /det menimbulkan tinggi muka air banjir DAS Sikaming berada diantara 1,7 m s/d 3,7 m. Daerah genangan banjir DAS Sikaming mencapai luasan 1,19 Km<sup>2</sup> yang mengakibatkan dampak banjir terhadap 5 kecamatan di Kota Medan yaitu Kecamatan Medan</p>	<p>Menganalisa curah hujan harian maksimum dengan kala ulang 2 s/d 100 tahun, menganalisa debit banjir dengan kala ulang 2 s/d 100, menganalisa tinggi muka air banjir dengan software HECRAS</p>	<p>Dalam penelitian ini menghitung kapasitas saluran untuk sebit banjir rencana</p>

						Selayang, Medan Sunggal, Medan Petisah, Medan Helvetia, dan Medan Barat.		
6	2019	Penentuan Prioritas Penanganan Banjir Genangan Berdasarkan Tingkat Kerawanan Menggunakan Topographic Wetness Index: Studi Kasus di DAS Solo	Prioritas penanganan banjir di DAS Solo (Sub DAS Kali Madiun-Sub DAS Solo Hilir) berdasarkan tingkat kerawanan banjir.	Topographic Wetness Index (TWI). Watershed Delineation Tools (WDT)	Kondisi topografi, Kecepatan aliran	Berdasarkan hasil analisis, prioritas penanganan banjir ditentukan pada daerah kriteria rawan-sangat rawan dengan TWI 11.65-38.30 yang teridentifikasi sebesar 387098.23 ha (39.68%). Penanganan banjir di DAS Solo diprioritaskan pada 1) Kabupaten Bojonegoro seluas 105215.13 ha 2) Ngawi (56810.68 ha), 3) Madiun (44102.06 ha), 4) Tuban seluas 43072.06 ha, dan 5) Ponorogo (35853.62 ha).	Nilai TWI tinggi menunjukkan bahwa daerah memiliki kerawanan banjir yang tinggi dan berasosiasi dengan topografi datar dengan kerapatan aliran yang tinggi. Metode ini berbasis data raster dengan data berasal dari DEM (Digital Elevation Model) 30 m yang diturunkan menjadi lereng melalui spatial analysis tools dan akumulasi aliran (flow accumulation) dianalisis menggunakan Watershed Delineation Tools (WDT).	Dalam penelitian ini tidak menggunakan Topographic Wetness Tapi menggunakan sistem informasi Geografis untuk penentuan daerah rawan banjir.
7	2018	EVALUASI SISTEM DRAINASE DI KECAMATAN	Drainase Helvetia Kota Medan	Mengevaluasi debit	Curah hujan	Berdasarkan hasil analisa hidrologi dan uji sebaran	Dari analisa didapat Drainase Primer sebesar 1,7188 m <sup>3</sup>	Dalam penelitian ini, menentukan penangg

		HELVETIA KOTA MEDAN	yang dipusatkan di Kecamatan Medan Helvetia dikarenakan di wilayah ini rawan terjadi genangan	banjir rencana pada daerah penelitian di drainase	Kapasitas drainase yang tidak Memadai	distribusi, digunakan distribusi Log Person type III sehingga di dapat intensitas curah hujan maksimum (I maks)= 14,644 mm/jam, debit banjir rencana maksimum (Q)= 5,646 m <sup>3</sup> /det dan waktu konsentrasi (tc)= 1,087 jam. Dari hasil Q analisis rancangan dan Q analisis kapasitas saluran di atas dibuat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi drainase primer kawasan Medan Helvetia	/det pada Q Eksisting Saluran. Untuk Q Rancangan didapat sebesar 0,5646 m <sup>3</sup> /det pada kondisi 10 tahun	ulangan dan upaya pencegahan banjir dan genangan pada kawasan DAS
8	2018	KAJIAN PENANGGULANGAN GENANGAN YANG TERINTEGRASI	kapasitas saluran drainase dan ketersediaan daerah resapan di Kawasan Pilang Probolinggo	Metode Numerik	Curah hujan, drainase eksisting	Dari hasil evaluasi kapasitas saluran terhadap debit rancangan, terdapat 12 saluran drainase eksisting yang	Hasil evaluasi kapasitas saluran drainase eksisting terhadap debit rancangan kala ulang 5 (lima) tahun terdapat 12 (dua belas) saluran	Dalam penelitian ini menganalisa faktor penyebab genangan dan menentukan penanggulangan banjir metode

		DI KAWASAN PILANG, PROBOLINGGO				kapasitasnya tidak memadai dalam menerima beban debit rancangan	yang tidak dapat menampung debit rancangan	struktural dan non struktural
9	2015	Evaluasi Sistem Drainase Terhadap Penanggulangan Genangan di Kota Sidoarjo	evaluasi sistem drainase eksisting yang menunjukkan bahwa saluran primer dan sekunder di Kota Sidoarjo	Metode Numerik	Curah hujan, debit rencana	evaluasi sistem drainase eksisting yang menunjukkan bahwa saluran primer dan sekunder di Kota Sidoarjo tidak mampu menampung debit rencana. Perhitungan tinggi hujan rancangan dengan periode ulang 5 tahun untuk saluran sekunder dan 10 tahun untuk saluran primer menggunakan metode Log Pearson Type III dan perhitungan debit rencana menggunakan metode rasional.	. Curah hujan rancangan yang digunakan adalah 94,9511 mm untuk periode ulang 10 tahun dan 83,9847 untuk periode ulang 5 tahun dengan debit genangan sebesar 80,4631 m <sup>3</sup> /det serta luas catchment area seluas 9464,72 ha. Ada 2 alternatif yang digunakan yaitu dengan normalisasi saluran dan penerapan saluran porous dengan debit serap sebesar 0,0996 m <sup>3</sup> /detik.	Dalam penelitian ini menentukan kawasan rawan banjir dan menentukan upaya penanggulangan banjir metode struktural dan non struktural dalam upaya penanggulangan banjir serta mengevaluasi sistem drainase fungsional

10	2013	<p>ARAHAN SPASIAL TEKNOLOGI DRAINASE UNTUK MEREDUKSI GENANGAN DI SUB DAERAH ALIRAN SUNGAI WATU BAGIAN HILIR</p>	<p>Teknik drainase untuk mereduksi genangan di Sub DAS Watu bagian Hilir.</p>	<p>Metode Numerik</p>	<p>1. Variabel bebasnya adalah penggunaan lahan dan kondisi saluran drainase eksisting. 2. Variabel terikatnya adalah ruang terbangun, genangan dan kemampuan meresap air. 3. Variabel kontrolnya adalah jenis tanah</p>	<p>Dari hasil penelitian tersebut maka Arahan spasial teknologi drainase untuk mereduksi genangan di Sub Daerah Aliran Sungai Watu bagian Hilir adalah sistem eko-drainase atau drainase ramah lingkungan, yang menyinergikan praktek penataan ruang dengan konservasi air. Arahan spasial eko-drainase di Sub DAS Watu bagian Hilir</p>	<p>Dengan melalui analisa penggunaan lahan, analisa resapan air, analisa laju limpasan permukaan, dan analisa sistem drainase</p>	<p>Dalam Penelitian ini menentukan pengendalian banjir metode struktural dan nonstruktural dan upaya mitigasi penanganan banjir.</p>
11	2013	<p>APLIKASI SIG UNTUK EVALUASI SISTEM JARINGAN DRAINASE SUB DAS GAJAHWONG</p>	<p>SUB Das (Daerah Aliran Sungai) Gajahwong Kabupaten Bantul</p>	<p>Metode Numerik</p>	<p>Data curah hujan, luasan sub das, infiltrasi, evaporasi, nilai</p>	<p>Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan untuk mengetahui kondisi topografi, sistem drainase serta menganalisa secara</p>	<p>Pada Sub DAS Gajah Wong hasil max debit air 12,41 m<sup>3</sup>/dtk (bulan Desember), min debit air 0,84 m<sup>3</sup>/dtk (bulan Januari).</p>	<p>Dalam Penelitian ini menentukan pengendalian banjir metode struktural dan nonstruktural dan upaya mitigasi</p>

		KABUPATEN BANTUL			mannings dan kemiringan lahan	keseluruhan yang meliputi kondisi debit air pada sungai Gajahwong. Dari hasil penelitian diperoleh hasil max debit air 12,41 (bulan desember), min debit air 0,84 (bulan januari), Root mean square error (RMSE) 2,74, mean error 1,09		penanganan banjir, dan evaluasi sistem drainase fungsional.
12		Analisis Sistem Drainase Kota Semarang Berbasis Sistem Informasi Geografi dalam Membantu Pengambilan Keputusan bagi Penanganan Banjir	Analisa pada System Drainase untuk mengetahui daerah yang tergenang dan pengaruhnya pada tataguna lahan, sarana dan prasarana serta pada pemukiman penduduk.	Prototipe sistem drainase perkotaan Dengan Bantuan Sistem Informasi Geografi	Curah hujan, profil saluran drainase dan bangunan-bangunan drainase	Banjir di kota Semarang bersumber pada peningkatan debit banjir dari daerah tangkapan airnyadan pengaruh fluktuasi muka air laut akibat pasang surut, oleh karena itu, pengendalian banjir di kta Semarang pada dasarnya terdiri dari 3 pendekatan yaitu : 1. Pengendalian banjir yang datang dari DAS di Hulunya 2. Pengendalian Banjir Lokal 3.	Geografi (SIG) dari variable penggunaan lahan, topografi/kemiringan lereng, jenis tanah dan jenis batuan/analisis geologi terdiri dari 5 kelas yaitu sangat rawan, rawan, cukup rawan, agak rawan dan tidak rawan. Tingkat rawan banjir dalam kelas sangat rawan dan rawan berturut-turut sebesar 6,95 % dan 24,52 %.	Dalam Penelitian ini menentukan pengendalian banjir metode struktural dan nonstruktural dan upaya mitigasi penanganan banjir.

						<p>Pengendalian banjir akibat pasang surut atau rob. Pengendalian Banjir yang datang dari DAS di hulunya bisa dilakukan dengan mengendalikan aliran permukaan. Paradigm yang berlaku saat ini untuk menanggulangi banjir harus diubah dari paradigm drainase menuju paradigm manajemen sumberdaya air</p>		
--	--	--	--	--	--	---	--	--