

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab II Tinjauan Pustaka berisi tentang pustaka atau teori-teori yang digunakan dalam penelitian khususnya yang membahas tentang faktor penyebab banjir dan DAS. Adapun pustaka yang dibahas terdiri dari definisi banjir, faktor-faktor penyebab banjir, Daerah Aliran Sungai (DAS) dan penelitian terdahulu. Dari bab ini diperoleh sintesa pustaka dimana hasil sintesa pustaka ini berupa faktor-faktor penyebab banjir yang akan digunakan pada tahap analisis.

2.1 Banjir

2.1.1 Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Banjir

Banjir merupakan peristiwa tergenangnya suatu tempat akibat luapan air yang melebihi kapasitas pembuangan air di suatu wilayah dimana peristiwa ini dapat dikatakan sebagai ancaman musiman (Rahayu, 2009). Penyebab banjir biasanya karena curah hujan tinggi dan disertai dengan ketidakmampuan drainase dalam menampung intensitas hujan (Situmorang, 2013). Air hujan yang mengalir di tanah sebagian besar terserap oleh tanah, sebagian dialirkan dan sebagian lainnya menguap (Situmorang, 2013). Air yang tidak masuk kedalam tanah (infiltrasi) dan tidak mengalir maka air hujan menjadi permasalahan karena dapat menimbulkan genangan dan banjir (Situmorang, 2013). Banjir dapat didefinisikan sebagai aliran berlebih dari sungai atau badan air yang memicu terjadinya kerusakan (Paimin, 2010). Aliran banjir dapat diketahui dari tinggi aliran air dimana jika aliran air lebih dari debit normal dan tinggi aliran melampaui kapasitas tampung tebing/tanggul maka air yang berlebih tersebut akan menggenangi daerah sekitarnya (Paimin, 2010)

Menurut Kodoatie dan Sjarief (2013) banjir bisa terjadi sangat cepat maupun sangat perlahan, hal ini dipengaruhi oleh musim. Terdapat 2 peristiwa banjir yang pertama banjir di daerah bukan akumulasi banjir dan yang kedua adalah banjir yang disebabkan oleh tidak teralirkan atau tertampung debit banjir

oleh sungai sehingga terjadi limpasan (Kodoatie dan Sjarief , 2013). Banjir terjadi karena kapasitas pengaliran sungai lebih kecil dari debit banjir (Kodoatie dan Sjarief, 2013).

Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir. Menurut Kodoatie dan Sjarief (2005) faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir dapat disebabkan karena tindakan manusia dan sebab-sebab alami. Faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir akibat tindakan manusia yaitu :

1. Perubahan tata guna lahan, adanya perubahan tata guna lahan menyebabkan daya serap tanah terhadap air berkurang (sedikit), sehingga memperbesar aliran air permukaan (*run off*). Hal ini mengakibatkan peningkatan debit air yang dapat memicu terjadinya erosi hingga sedimentasi di sungai/drainase
2. Pembuangan sampah, perilaku membuang sampah di sungai akan menyebabkan peningkatan timbunan sampah sehingga sungai/drainase dapat tersumbat dan aliran air tidak lancar
3. Kawasan kumuh di sepanjang sungai/drainase, permukiman di sempadan sungai membentuk suatu kawasan kumuh yang dapat menghambat aliran air karena mempengaruhi kapasitas sungai/drainase
4. Perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat, misalnya pembangunan tanggul sungai yang tinggi. Tanggul yang tinggi menyebabkan limpasan air dapat melebihi banjir rencana sehingga beresiko terjadinya keruntuhan tanggul. Keruntuhan tanggul mengakibatkan kecepatan air yang terlimpas sangat besar sehingga dapat menyebabkan banjir besar
5. Kapasitas sungai dan drainase, adanya alih fungsi lahan dan berkurangnya vegetasi di sekitar sungai/drainase menyebabkan sedimentasi atau pengendapan material yang terangkut di sungai/drainase sehingga mempengaruhi kapasitas sungai maupun drainase
6. Bendung dan bangunan air, misalnya pilar jembatan dapat meningkatkan elevasi muka air banjir karena efek aliran balik (*back water*)
7. Kerusakan bangunan pengendali banjir, dapat terjadi karena pemeliharaan yang kurang memadai sehingga bangunan tersebut tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya dan dapat memicu meningkatnya kuantitas banjir.

Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir akibat sebab alami yaitu :

1. Erosi dan sedimentasi, terjadinya pengikisan material tanah/pasir (erosi) yang terbawa ke sungai akan mengakibatkan pengendapan (sedimentasi) sehingga dapat mempengaruhi kemampuan sungai dalam menampung air
2. Curah hujan, tingginya intensitas hujan yang biasanya terjadi di musim penghujan akan menimbulkan peningkatan debit puncak sehingga dapat mengakibatkan banjir
3. Pengaruh fisiografis sungai meliputi bentuk, fungsi, kemiringan DAS, kemiringan sungai dan geometrik hidrolik
4. Tidak memadainya kapasitas sungai, berkurangnya kapasitas sungai diakibatkan oleh adanya erosi pada DAS dan tanggul yang berlebihan hingga memicu terjadinya sedimentasi. Tingkat erosi dan sedimentasi yang tinggi akan mempengaruhi daya tampung sungai untuk menampung dan mengalirkan air.
5. Pengaruh air pasang, ketika banjir bersamaan dengan air pasang tinggi maka tinggi banjir akan menjadi besar karena terjadi aliran balik karena air pasang memperlambat aliran sungai ke laut.

Menurut Simanjuntak (2014) pengelolaan DAS yang tidak tepat akan mengakibatkan terjadinya banjir. Beberapa hal yang mempengaruhi terjadinya banjir yaitu curah hujan tinggi, karakteristik DAS, penurunan kapasitas drainase dan adanya alih fungsi lahan (Kodoatie dan Sjarief, 2013). Selain alih fungsi lahan, faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir di suatu kota juga dapat dilihat dari kondisi sungai besar yang melewati kota tersebut (Kodoatie dan Sjarief, 2013). Adapun Bakornas (2008) mengemukakan bahwa banjir merupakan peristiwa tergenangnya air di suatu wilayah karena curah hujan *intens* dalam jangka waktu tertentu. Akibat dari hujan yang terus menerus maka menimbulkan luapan air sungai, danau, laut maupun drainase karena jumlah air melebihi batas kapasitas saluran (Bakornas, 2008). Faktor lain yang mempengaruhi terjadinya banjir yaitu ketidakmampuan sungai dalam menampung volume air intensitas hujan yang melebihi rata-rata dan sedimentasi serta kerusakan yang terjadi di daerah resapan air hujan (*catchment area*) akibat penggundulan hutan, perkembangan pemukiman, industri, dan sebagainya (Bunga Rampai Pemanfaatan

Data Pengindraan Jauh untuk Mitigasi Bencana Banjir, 2015). Hal tersebut didukung oleh pendapat dari Wesli (2008) dimana menurut pendapatnya limpasan permukaan yang berlebihan akibat curah hujan tinggi akan mengakibatkan sungai atau drainase kesulitan untuk menampung limpasan tersebut. Selain karena curah hujan yang tinggi, limpasan yang berlebihan juga dapat disebabkan oleh kondisi tanah yang sudah jenuh air (Wesli, 2008).

Dari berbagai pendapat para ahli diatas, maka didapatkan hasil kajian pustaka mengenai faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Sintesa Teori Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Banjir^{*)}

Sumber	Indikator	Variabel
Rahayu (2009)	1. Kondisi Sungai	1. Kapasitas Sungai
	2. Kondisi Drainase	1. Kapasitas Drainase
	3. Curah Hujan	1. Curah Hujan
Situmorang (2013)	1. Curah Hujan	1. Intensitas Hujan
	2. Kondisi Drainase	1. Kapasitas Drainase
	3. Kondisi Tanah	1. Infiltrasi Tanah
Paimin (2010)	1. Debit Banjir	1. Tinggi Aliran Air 2. Debit Normal
	2. Kapasitas Tebing/Tanggul	1. Tinggi Aliran Air
Kodoatie dan Sjarief (2013)	1. Curah Hujan	1. Intensitas Hujan
	1. Debit Banjir	1. Limpasan Sungai
	2. Banjir	1. Karakteristik DAS
Kodoatie dan Sjarief (2013)	3. Kondisi Drainase	1. Kapasitas Drainase
	1. Aktivitas Manusia	1. Tata Guna Lahan

Sumber	Indikator	Variabel
		2. Pembuangan Sampah
		3. Kawasan Kumuh
		4. Sistem Pengendalian Banjir
		5. Pemeliharaan Bendali
	2. Bendung dan Bangunan Air	1. Elevasi Muka Air
	3. Curah Hujan	1. Intensitas Hujan
	4. Kapasitas Sungai/Drainase	1. Erosi
	5. Kapasitas Sungai/Drainase	1. Sedimentasi
	6. Fisiografis Sungai	1. Bentuk Sungai
		2. Fungsi Sungai
		3. Kemiringan DAS
		4. Kemiringan Sungai
		5. Geometrik Hidrolik
	7. Air Pasang	1. Aliran Balik (<i>back water</i>)
Simanjuntak (2014)	1. Banjir	1. Pengelolaan DAS
Bakornas (2008)	1. Curah Hujan	1. Intensitas Hujan
	2. Kondisi Sungai	1. Kapasitas Sungai
	3. Kondisi Drainase	1. Kapasitas Drainase
Bunga Rampai Banjir (2015)	1. Kapasitas Sungai	2. Volume Air

Sumber	Indikator	Variabel
	2. Kondisi Sungai	1. Kapasitas Sungai
	3. Kapasitas Sungai	1. Sedimentasi
	4. Tata Guna Lahan	1. Alih Fungsi Lahan
Wesli (2008)	1. Limpasan	1. Curah Hujan
		2. Kapasitas Sungai
		3. Kapasitas Drainase
		4. Infiltrasi Tanah

*) Hasil Pustaka, 2019

Berdasarkan uraian pustaka diatas dapat diketahui bahwa faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir sangat beragam. Dari berbagai pendapat para ahli dapat disimpulkan bahwa faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir terdiri dari faktor aktivitas manusia dan faktor alam. Adapun faktor-faktor tersebut akan digunakan pada tahap analisis guna mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi terjadinya banjir di DAS Ampal.

2.1.2 Penanganan Banjir

Penanganan banjir merupakan upaya untuk mengalirkan kelebihan limpasan air ke wilayah lain untuk meminimalisir terganggunya kenyamanan masyarakat (Hadimuljono, 2005). Hadimuljono (2005) mendefinisikan bahwa penanganan banjir sebagai tindakan yang menyeluruh melalui metode struktur dan non struktur yang bertujuan untuk menangani banjir di suatu wilayah. Menurut Kodoatie dan Sjarief (2013) penanganan banjir merupakan bentuk pengelolaan sumber daya air yang berfungsi sebagai pengontrol banjir melalui bendali maupun peningkatan sistem dan jaringan sungai/ drainase.

Berdasarkan *Center for International Forestry/CIFOR* (2002) dalam Novan (2013) dapat diketahui bahwa metode penanganan atau pengendalian banjir dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu secara struktural dan non struktural. Metode struktural dilakukan dengan kegiatan rekayasa teknis melalui penyediaan sarana dan prasarana banjir sedangkan metode non struktural dilakukan dengan

pemanfaatan ruang dengan tujuan meminimalisir jumlah kerugian sebagai dampak dari banjir. Kodoatie dan Sjarief (2013) menjelaskan terkait metode struktur dan metode non struktur sebagai berikut:

1. Penanganan Banjir Metode Struktur

Metode struktur merupakan metode sistem penanganan atau pengendalian banjir yang menggunakan bangunan pengendali untuk mencegah terjadinya banjir. Pada metode struktur, sistem penanganan dan pengendalian banjir dapat dilakukan berdasarkan bangunan pengendali banjir dan perbaikan atau pengaturan sistem sungai. Adapun metode struktur berdasarkan bangunan pengendali banjir yaitu:

a. Bendungan atau Dam, merupakan bangunan tanah urugan/beton/batu yang berguna untuk menampung/menahan air, lumpur dan limbah tambang (*tailing*) (Peraturan Pemerintah No.37 Tahun 2010). Berdasarkan Modul 4 Metode Pengendalian Banjir (2017), secara teknis perencanaan bendungan/dam pengendalian banjir sebagai berikut :

- 1) Metode pengaturan banjir, secara alami debit banjir diatur oleh pelimpah dari dam tanpa pintu pengatur dengan tujuan guna menekan biaya operasional, memudahkan operasi dan pemeliharaan. Pengaturan banjir yang lebih besar dapat digunakan dam yang disertai dengan pintu pengendali banjir.
- 2) Rasio penurunan debit banjir pada dam, untuk pengendalian banjir dan pemenuhan kebutuhan air, dam memiliki alokasi volume dimana alokasi tersebut akan menentukan pola hidrograf banjir serta dapat mengetahui penurunan debit banjir.
- 3) Alokasi kapasitas untuk pengendalian banjir, kapasitas ini ditentukan dari biaya total minimum perbaikan sungai dan konstruksi dam. Jika biaya konstruksi naik, maka debit rencana dan biaya perbaikan sungai menurun.

Pengendalian banjir menggunakan dam/bendungan hanya dapat dilakukan pada bagian hulu dan dikaitkan dengan pengembangan sumber daya air. Pengendalian banjir menggunakan dam/bendungan berfungsi untuk perlambatan waktu tiba banjir, penurunan debit banjir yang dilepas ke hilir

dan rasio alokasi volume waduk untuk pengendalian banjir terhadap volume untuk pengembangan dan pengelolaan sumber daya air.

- b. Kolam retensi (*retention basin*), dilakukan sebagai bentuk pengaturan sistem pengaliran untuk mengurangi debit puncak banjir, retention berarti penyimpanan sehingga kolam retensi ini berfungsi untuk menyimpan sementara debit sungai guna mengurangi debit banjir. Pengurangan tingkat banjir ini dipengaruhi oleh karakteristik hidrograf banjir, volume kolam dan dinamika beberapa bangunan outlet. Selain retention basin penanganan atau pengendalian banjir juga dapat dilakukan dengan *detention basin* dan *retarding basin*. *Detention basin* merupakan teknik menyimpan air pada cekungan saat banjir, setelah hujan reda air dialirkan ke sungai/saluran untuk memenuhi air di sungai kering (*dry pond*). *Retarding basin* merupakan teknik menyimpan air saat banjir guna menunda air masuk ke sungai (*delay*). Sehingga dapat mengurangi banjir yang terjadi di sungai.
- c. Pembuatan *check dam* (penangkap sedimen), *check dam* berupa bangunan kecil yang dibangun melintang saluran/sungai untuk memperkecil kemiringan dasar memanjang sungai agar dapat mereduksi kecepatan air dan erosi. *Check dam* dapat membuat sedimen berada di hulu bangunan sehingga bangunan tersebut dapat menstabilkan saluran atau sungai.
- d. Bangunan pengurang sedimen sungai, dapat berupa *drop structure* atau *ground sill* yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan air dan mencegah *scouring* pada hilir bendung atau pilar jembatan. Ketika banjir dapat terjadi arus air yang tidak terkontrol dan berdampak pada kerusakan bangunan pondasi lereng atau pilar-pilar jembatan hingga tergerusnya dasar sungai dan hancurnya tanggul sungai. Oleh karena itu adanya *ground sill* dapat menghindari terjadinya penurunan dasar sungai (degradasi).
- e. Pembuatan Polder, berupa sebidang tanah rendah dikelilingi oleh tanah timbunan (urugan) atau tanggul pasangan beton/batu kali yang membentuk kesatuan hidrologis buatan. Tidak ada kontak dengan air selain yang dialirkan melalui saluran buatan pada daerah polder. Fungsi polder yaitu untuk menampung aliran banjir sementara ketika sungai/saluran tidak dapat mengalir ke hilir karena pada sungai tersebut terjadi banjir atau air pasang

laut. Ketika polder penuh maka terdapat pipa untuk mengeluarkan air sehingga daerah yang dilindungi tidak mengalami banjir.

Sedangkan metode struktur berdasarkan perbaikan atau pengaturan sistem sungai yaitu meliputi :

- a. *River Improvement*, yaitu perbaikan sistem jaringan sungai untuk mengurangi risiko banjir yang terdapat pada sungai. Metode ini dilakukan untuk memperbesar kapasitas pengaliran sungai guna menampung debit banjir untuk dialirkan ke hilir/laut sehingga tidak terjadi limpasan. Hal-hal yang dilakukan pada metode ini antara lain :
 - 1) Perbaikan bentuk penampang melintang
 - 2) Mengatur penampang memanjang sungai
 - 3) Menurunkan angka kekasaran dinding alur sungai
 - 4) Melakukan sudetan pada alur sungai *meander*
 - 5) Melakukan rekonstruksi bangunan di sepanjang sungai yang tidak sesuai dan mengganggu pengaliran banjir
 - 6) Menstabilkan sungai
 - 7) Pembuatan tanggul

Selain itu dapat dilakukan pelebaran atau pengerukan sungai (*normalisasi*) yang bertujuan untuk memperlancar aliran sungai sehingga dapat memperbesar kapasitas tampungan sungai. Pengerukan dilakukan guna memperdalam dan mengarahkan alur sungai. Ketika melakukan normalisasi seringkali dibutuhkan pembebasan lahan, sehingga dalam kajiannya diperlukan perhitungan aspek ganti rugi (sosial ekonomi) terutama bagi *stakeholder* terdampak.

- b. Pembuatan saluran (*floodway*) dilakukan untuk mengalirkan sebagian ataupun seluruh air sungai sehingga debit banjir akan berkurang. Pada kondisi umum, alur sungai melewati kota sehingga terjadi banjir. Pada metode *floodway* perlu dipertimbangkan aspek rekayasa/engineering dan aspek non teknis. Sebelum masuk ke daerah yang dilindungi atau dibuang ke laut, banjir akan dialirkan melalui *floodway*. Alur *floodway* yang berada di daerah kepadatan rendah akan lebih mudah dibangun dibandingkan alur *floodway* di daerah kepadatan tinggi. Alur *floodway* di daerah kepadatan tinggi

memerlukan kajian dan evaluasi terkait lahan yang ada dan kajian dampak sosial ekonomi yang timbul. Dalam perencanaan floodway, kajian rekayasa setidaknya meliputi :

- 1) Debit banjir rencana
- 2) Jalur *floodway*
- 3) Perencanaan alur floodway yang meliputi penampang memanjang dan melintang
- 4) Bangunan pembagi banjir

c. Pengadaan sistem drainase khusus untuk memindahkan genangan air yang terdapat pada daerah rawan banjir. Sistem drainase khusus dapat digunakan pada situasi sebagai berikut :

- 1) Daerah perkotaan dengan drainase alami yang tidak memadai
- 2) Daerah pantai dari pengaruh gelombang
- 3) Daerah genangan/bantaran banjir dengan bangunan *flood wall* (penahan banjir)

Adapun pembangunan sistem drainase khusus diperlukan berbagai pertimbangan yaitu terkait karakteristik infiltrasi, luas daerah yang dilindungi, topografi, volume air dan periode banjir serta kecepatan dan waktu hujan. Kriteria dalam pemilihan bangunan dalam sistem drainase khusus terdiri dari :

- 1) Jika elevasi daerah yang dilindungi lebih rendah dari elevasi air buangan maka digunakan outlet sederhana.
- 2) Pintu-pintu otomatis digunakan jika fluktuasi elevasi air berubah-ubah.
- 3) Jika elevasi daerah yang dilindungi lebih tinggi dari elevasi air buangan maka digunakan stasiun pompa.

d. Sudetan (*By pass*), merupakan saluran yang berguna dalam pengalihan seluruh atau sebagian aliran banjir guna mengurangi debit banjir di wilayah tertentu. Biasanya perbaikan alur sungai termasuk perbaikan *alignment* melalui pekerjaan sudetan. Sudetan perlu dilakukan pada alur sungai yang berkelok sangat kritis sehingga alur sungai stabil dan dapat mempercepat banjir mencapai hilir/laut. Oleh karena itu sudetan dapat menimbulkan dampak negatif lain. Adanya sudetan dapat meningkatkan banjir di hilir namun menurunkan muka air banjir di hulu. Sehingga perlu dilakukan

perbaiki alur sungai di hulu dan diimbangi perbaikan alur sungai di hilir. Oleh karena itu dalam merencanakan sudetan perlu diperhatikan beberapa hal yaitu:

- 1) Tujuan sudetan
- 2) Arah alur sudetan (kondisi *meander*)
- 3) Penampang sungai sudetan
- 4) Upaya mempertahankan fungsi sudetan
- 5) Pengaruh sudetan secara keseluruhan terhadap sungai
- 6) Pengaruh penurunan muka air di hulu sudetan terhadap lingkungan
- 7) Pengaruh berkurangnya fungsi retensi banjir
- 8) Tinjauan terhadap sosial dan ekonomi

2. Penanganan atau Pengendalian Banjir Metode Non Struktur

Pada metode non struktur, dapat dilakukan melalui beberapa langkah penanganan atau pengendalian banjir yaitu :

- a. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) untuk mengurangi limpasan air hujan. Pengelolaan DAS mencakup aktivitas-aktivitas berikut ini:
 - 1) Pemeliharaan vegetasi di hulu DAS.
 - 2) Penanaman vegetasi guna pengendalian atau mereduksi kecepatan aliran permukaan beserta erosi.
 - 3) Penanaman dan pemeliharaan vegetasi alam/tahan air yang tepat sepanjang saluran atau tanggul guna mengendalikan aliran air yang berlebih dan erosi tanah.
 - 4) Pengaturan secara khusus pada bangunan pengendali banjir di sepanjang aliran yang tererosi.
 - 5) Pengelolaan khusus yang dikenal dengan *debris flow* guna mengantisipasi aliran sedimen.
- b. Pengendalian erosi di DAS, untuk mencegah adanya laju erosi DAS yang tinggi perlu adanya cara pengelolaan yang tepat. Pengelolaan lahan tersebut dapat meliputi, sistem pengelolaan, pola tanam dan jenis tanaman yang disesuaikan jenis tanah, kemampuan tanah, elevasi dan kelerengan lahan. Adanya erosi lahan yang tinggi akan menentukan besarnya angkutan sedimen

di sungai dan mempercepat laju sedimentasi di sungai, terutama di bagian hilir. Dengan adanya sedimentasi di sungai akan merubah penampang sungai dan memperkecil kapasitas pengaliran sungai. Adapun beberapa upaya pengendalian erosi di DAS yaitu terasering, *buffer strip* (garis penyangga), rotasi penanaman (perubahan pola tanam), *crop cover* (penutupan lahan dengan tanaman yang lebat), melarang penambangan dan penggundulan hutan.

c. Mengontrol peraturan penggunaan lahan terkait pengembangan daerah genangan guna menentukan tipe pengembangan sesuai dengan resiko dan kerusakan yang timbul akibat banjir. Pengembangan dilakukan dengan memperhatikan faktor ekonomi, sosial dan lingkungan agar diperoleh keputusan yang bijaksana. Adapun tahapan yang perlu dilaksanakan terdiri dari :

- 1) Tahap I, pelarangan penggunaan lahan (pendirian gedung atau rumah) di daerah bantaran banjir .
- 2) Tahap II, mengatur pengendalian guna lahan agar dapat mengurangi kerusakan yang ditimbulkan oleh banjir.

d. *Law Enforcement* atau penegakan hukum merupakan suatu proses yang dilakukan untuk menegakkan atau berfungsinya norma-norma hukum secara nyata sebagai pedoman perilaku dalam lalu lintas atau hubungan-hubungan hukum dalam kehidupan bermasyarakat dan bernegara. Penegakan hukum ini bisa dilakukan dengan pemberian sanksi kepada pihak yang melanggar peraturan dimana dalam hal ini pelanggaran tersebut dapat berdampak pada terjadinya banjir hingga membahayakan jiwa seseorang.

e. Sistem peringatan dan ramalan banjir yang merupakan bagian dari penanganan sistem sungai. Dalam penyusunan sistem peringatan dini atau peramalan perlu memperhatikan :

- 1) Bangunan pengendalian banjir
- 2) Operasional bangunan sistem pengendalian banjir
- 3) Hidrologi
- 4) Karakteristik DAS
- 5) Karakteristik daerah rawan banjir
- 6) Kemungkinan kerugian akibat banjir

7) Waktu perambatan banjir

Perlu adanya *flood warning system*, terutama pada sungai atau DAS yang padat penduduk serta memiliki tingkat rawan banjir yang tinggi (membahayakan) agar dapat meminimalisir kerugian yang terjadi. Secara teknis, peramalan banjir secara tepat dan tepat dapat memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Monitoring tinggi muka air pada pos-pos yang ditentukan
Telemetering/pengamatan curah hujan
 - 2) Pemberitaan banjir
- f. Rencana gerakan siap siaga darurat banjir. Penanggulangan banjir perlu dilakukan untuk menangani banjir dalam keadaan darurat. Hal ini terutama untuk menangani banjir tahunan yang perlu penanganan tahunan pada waktu musim hujan atau banjir. Berdasarkan pengalaman sebelumnya, perencanaan penanggulangan banjir perlu dibuat terlebih dahulu. Adapun hal-hal yang harus diperhatikan yaitu :
- 1) Identifikasi masalah. Identifikasi dilakukan di sepanjang sungai yang rawan banjir dan perlu dilakukan pembuatan peta rawan banjir terutama di dataran rendah.
 - 2) Bahan dan peralatan penanggulangan yang terdiri dari bahan karung palsrik, kawat bronjong, kayu, ijuk dsb. Adapun peralatan terdiri dari alat transportasi, alat kerja (cangkul, gergaji, sekop dan lain-lain), alat komunikasi, penerangan dan perlengkapan personil
 - 3) Kebutuhan tenaga penanggulangan yang diharapkan peran serta dari masyarakat yang terbagi menjadi beberapa kelompok yaitu kelompok pengamat, ronda, pekerja situasi darurat dan regu cadangan. Hal tersebut didiskusikan dengan Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kab/kota agar dapat berjalan efektif.
- g. Pengaturan tata guna lahan, sesuai dengan rencana pola tata ruang yang ada guna menghindari penggunaan lahan yang tidak terkendali, sehingga mengakibatkan kerusakan DAS yang merupakan Daerah Tangkapan Air (DTA). Daerah atas dari daerah aliran sungai yang merupakan daerah penyangga, berfungsi sebagai *recharge* atau pengisian kembali air tanah,

sehingga perlu diperhatikan luasan masing-masing kawasan. Misalnya untuk luasan kawasan hutan minimum 30% dari luas daerah aliran sungai.

h. Penyuluhan kepada masyarakat. Masyarakat harus peduli akan pencegahan terhadap bahaya banjir. Selain itu pihak yang berwenang termasuk instansi yang terkait, harus dapat melakukan pengawasan, pengendalian dan pembinaan kepada masyarakat terkait banjir dengan cara :

- 1) Melakukan sosialisasi/penyuluhan terkait antisipasi bahaya banjir
- 2) Meningkatkan kesadaran masyarakat, bahwa kerusakan daerah sungai akan menyebabkan dampak banjir yang lebih besar
- 3) Pengembangan sikap masyarakat dalam hal membuang sampah
- 4) Peningkatan kesadaran masyarakat terkait dampak aktivitas di daerah sungai dan dataran banjir dimana masyarakat harus mematuhi peraturan dan larangan yang ada

T. Tingsanchali (2012) juga berpendapat bahwa salah satu metode penanganan atau pengendalian banjir yaitu melalui metode struktural dan non struktural. Menurutnya pada metode struktural, dilakukan kegiatan normalisasi sungai, pembangunan bendungan ataupun melalui pembangunan tanggul sungai. Sedangkan pada metode non struktural dapat dilakukan melalui kegiatan prakiraan dan peringatan banjir, partisipasi publik, serta kelembagaan yang terdapat di masyarakat. Paimin (2009) mengemukakan bahwa penanganan atau pengendalian banjir harus dilakukan secara kompherensif terutama pada daerah yang merupakan wilayah rawan banjir, serta wilayah yang merupakan pemasok air pada saat terjadinya bencana banjir. Bentuk penanganan yang dilakukan yaitu pembuatan waduk , pembuatan larangan penggunaan lahan pada daerah bantaran sungai serta larangan kepada masyarakat untuk membuang sampah pada sungai ataupun jaringan drainase. Berdasarkan teori terkait penanganan atau pengendalian banjir yang dikemukakan oleh beberapa ahli tersebut, adapun hasil kajian pustaka dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. 2 Sintesa Teori Penanganan Banjir^{*)}

Sumber	Indikator	Variabel
Hadimuljono		1. Limpasan air hujan

Sumber	Indikator	Variabel
(2005)		2. Metode struktur 3. Metode non struktur 4. Pembangunan fisik
Kodoatie dan Sjarief (2013)		1. Sistem sungai pada daerah banjir 2. Sistem drainase pada daerah banjir 3. Penggunaan lahan pada daerah banjir 4. Metode struktur 5. Metode non struktur
<i>Center for International Forestry/CIFOR</i> (2002) dalam Novan (2013)	Penanganan dan Pengendalian Banjir	1. Metode struktur 2. Metode non struktur
T. Tingsanchali (2012)		1. Metode Struktur 2. Metode Non Struktur
Paimin (2009)		1. Ketersediaan tanggul. 2. Ketersediaan larangan penggunaan lahan pada daerah bantaran sungai 3. Ketersediaan larangan membuang sampah di sungai atau drainase

^{*)} Hasil Pustaka, 2020

Berdasarkan hasil pustaka yang didasarkan oleh berbagai pendapat ahli tersebut, dapat diketahui bahwa pada penanganan banjir dapat dilakukan pada wilayah yang merupakan daerah rawan banjir dengan menggunakan metode metode struktur dan metode non struktur. Adapun hasil pustaka nantinya akan digunakan sebagai dasar dalam perumusam strategi penanganan banjir di Kawasan DAS Ampal

2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan wilayah daratan dengan satu kesatuan sungai dan anak-anak sungai, yang berfungsi sebagai penyimpan, penampung maupun pengalir air dari curah hujan ke danau/laut secara alami dimana batas di darat adalah pemisah topografi dan batas di laut adalah sampai dengan daerah pengaliran yang masih dipengaruhi aktivitas daratan (Paimin, 2010). Suatu ekosistem yang memiliki proses interaksi antar faktor-faktor biotik, abiotik dan manusia disebut dengan DAS (Suripin, 2004). Sebagai suatu ekosistem, maka terdapat masukan (*input*), proses yang berlangsung dan keluaran (*output*) dari ekosistem tersebut (Suripin, 2004). Komponen masukan dalam ekosistem DAS yaitu curah hujan, sedangkan keluaran terdiri dari muatan sedimen dan debit air (Suripin, 2004). Adapun komponen DAS berupa saluran/sungai, vegetasi dan tanah yang berperan sebagai prosesor sedimen (Suripin, 2004). Pernyataan tersebut didukung oleh Kodoatie dan Sjarief (2005) yang mengatakan bahwa pada suatu DAS terdiri dari berbagai komponen, sistem dan fungsi/peran terkait dengan sumber daya air. Oleh karena itu DAS harus ditinjau secara utuh dalam pengelolaannya sebagai satu kesatuan (Kodoatie dan Sjarief, 2005).

Fungsi suatu DAS berkaitan dengan seluruh faktor yang ada pada DAS yaitu topografi, tanah, vegetasi dan manusia (Suripin, 2004). Perubahan yang terjadi pada faktor-faktor tersebut maka dapat berpengaruh terhadap fungsi dan ekosistem DAS yang tidak dapat berjalan sebagaimana mestinya (Suripin, 2004). Fungsi DAS terbagi berdasarkan daerah hulu, tengah dan hilir (Tresnadi, 2008). Bagian hulu DAS merupakan daerah konservasi yang berfungsi mempertahankan kondisi lingkungan DAS agar tidak terdegradasi dengan memperhatikan kondisi tutupan vegetasi lahan DAS, kemampuan menyimpan air (debit) dan kualitas air (Tresnadi, 2008). Bagian tengah DAS merupakan daerah pemanfaatan air sungai yang berfungsi sebagai pemberi manfaat sosial dan ekonomi dengan memperhatikan kualitas dan kuantitas air, ketinggian muka air tanah, kemampuan pengaliran air dan terkait prasarana pengaliran contohnya pengelolaan danau, waduk dan sungai (Tresnadi, 2008). Sedangkan bagian hilir DAS merupakan daerah pemanfaatan air sungai yang berfungsi sebagai pemberi manfaat sosial

ekonomi dengan memperhatikan kualitas dan kuantitas air, ketinggian curah hujan, kemampuan pengaliran air serta pengelolaan air limbah (Tresnadi, 2008).

Fungsi DAS ini dipengaruhi oleh karakteristik DAS yang meliputi topografi, bentuk dan luas DAS serta penggunaan lahan (Suripin, 2004). Karakteristik DAS juga berkaitan dengan geologi, topografi, morfometri, tanah, vegetasi, hidrologi, tata guna lahan dan manusia (Paimin, 2010). Karakteristik DAS sangat bermacam-macam, hal ini disebabkan oleh interaksi dari seluruh faktor yang mempengaruhi DAS (Paimin, 2010). Contohnya perbedaan interaksi yang terjadi yaitu dari tanah, vegetasi dan air disertai dengan intervensi manusia pada DAS akan membentuk karakteristik DAS yang ada (Paimin, 2010). DAS akan memberikan respon yang berbeda-beda terhadap air hujan yang jatuh ke dalam DAS, hal ini tergantung pada karakteristik DAS tersebut (Paimin, 2010). Oleh karena itu karakteristik DAS tidak dapat digeneralisasi namun tiap DAS memiliki karakter sendiri sesuai dengan hasil interaksi seluruh faktor dalam ekosistem DAS (Paimin, 2010). Dari berbagai pendapat para ahli mengenai DAS maka dapat dilihat sintesa teori pada tabel sebagai berikut

Tabel 2. 3 Sintesa Teori DAS^{*)}

Sumber	Indikator	Variabel
Paimin (2010)	1. Kondisi Sungai	1. Kapasitas Sungai
	2. Curah Hujan	2. Curah Hujan
	3. Karakteristik DAS	1. Morfometri
		2. Topografi
		3. Tanah
		4. Geologi
		5. Vegetasi
		6. Tata Guna Lahan
7. Curah Hujan		
8. Manusia		
Suripin (2004)	1. Ekosistem DAS	1. Biotik
		2. Non Biotik
		3. Manusia

Sumber	Indikator	Variabel
	2. Fungsi DAS	1. Vegetasi 2. Topografi 3. Tanah 4. Manusia
	3. Karakteristik DAS	1. Luas DAS 2. Bentuk DAS 3. Topografi 4. Tata Guna Lahan
Kodoatie dan Sjarief (2005)	1. Pengelolaan DAS	1. Komponen DAS 2. Fungsi DAS 3. Sistem DAS
Tresnadi (2008)	1. Karakteristik DAS	1. Vegetasi 2. Kuantitas Air 3. Kualitas Air 4. Debit Air

^{*)} Hasil Pustaka, 2020

Berdasarkan hasil pustaka diatas dapat diketahui bahwa komponen DAS sangat mempengaruhi fungsi dan karakteristik suatu DAS . Adapun variabel-variabel yang diperoleh dalam hasil pustaka ini akan di uji pada tahap analisis guna mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi terjadinya banjir di DAS Ampal.

2.3 Penelitian Terdahulu

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang menjadi acuan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel sebagai berikut

Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu *)

Sumber	Judul dan Tujuan	Pendekatan Penelitian	Hasil Penelitian	Adaptasi Penelitian	
				Indikator yang mempengaruhi Banjir	Variabel
Adhe Reza Rachmat, Adjie Pamungkas (2014)	<p>Judul : Faktor-faktor kerentanan yang berpengaruh terhadap bencana banjir di Kecamatan Manggala Kota Makassar</p> <p>Tujuan : Mengetahui penyebab tingginya kerentanan wilayah yang dilihat dari faktor-faktor kerentanan yang</p>	<p>Metode analisis yang digunakan adalah Teknik <i>Content Analysis</i></p>	<p>Hasil penelitian ini yaitu diketahui kerentanan wilayah terhadap bencana banjir di Kecamatan Manggala dipengaruhi 6 faktor kerentanan, antara lain: faktor kondisi drainase yang tidak memadai, faktor dekatnya jarak bangunan dengan sungai sehingga mudah terkena luapan sungai, faktor lokasi permukiman berada di daerah akumulasi genangan</p>	<p>1. Kondisi Drainase</p> <p>2. Tata guna lahan</p> <p>3. Kondisi Tanah</p> <p>Adaptasi metode : <i>Content Analysis</i></p>	<p>1. Kapasitas Drainase</p> <p>1. Jarak bangunan dengan sungai</p> <p>2. Lokasi permukiman</p> <p>1. Infiltrasi</p>

berpengaruh terhadap banjir yang bermanfaat sebagai landasan perumusan adaptasi kedepannya yang lebih efektif untuk dilakukan di Kecamatan Manggala.

(cekungan dan landai), faktor penurunan daya infiltras tanah, dan yang terakhir adalah faktor tingginya potensi penduduk terdampak banjir. Adapun variabel yang paling signifikan berpengaruh terhadap tingginya kerentanan wilayah terhadap banjir di Kecamatan Manggala yaitu variabel kondisi drainase.

<p>Ria Rizkiah, Ir.Hanny Poli, MSi, Ir.S.Supardjo MSi (2014)</p> <p>Tujuan : Mengidentifikasi dan</p>	<p>Judul : Analisis faktor-faktor penyebab banjir di Kecamatan Tikala Kota Manado</p>	<p>Metode analisis yang digunakan adalah regresi linier</p>	<p>Hasil dari penelitian ini yaitu diketahuinya faktor dominan penyebab banjir di Kecamatan Tikala yaitu tata guna lahan dan curah hujan</p>	<p>1. Tata guna lahan 2. Kondisi Drainase 3. Kondisi Sungai 3. Kapasitas</p>	<p>1. Permukiman di sempadan sungai 1. Kapasitas Drainase 2. Kapasitas Sungai 1. Erosi</p>
---	---	---	--	--	--

	menganalisis faktor-faktor apa saja yang menyebabkan banjir di Kecamatan Tikala			sungai	2. Sedimentasi
				4. Curah hujan	1. Intensitas hujan
				5. Aktivitas Manusia	1. Pembuangan sampah di drainase/sungai
Afdhal Suzalici Putra, Ari Sandhyavitri, Manyuk Fauzi (2016)	Judul : Identifikasi parameter signifikan dalam penentuan prioritas penanganan banjir Kota Pekanbaru Tujuan : 1. Mengidentifikasi kriteria parameter signifikan yang digunakan untuk penentuan prioritas penanganan banjir pada	Metode analisis yang digunakan adalah <i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa parameter yang paling berpengaruh dalam penentuan prioritas penanganan banjir yaitu sistem drainase, rehabilitasi sub DAS, pengaruh alih fungsi lahan, dan perilaku membuang sampah sembarangan	1. Kondisi Drainase 2. Karakteristik DAS 3. Tata guna lahan 4. Aktivitas Manusia 5. Kondisi Demografi	1. Kapasitas Drainase 1. Luas DAS 2. Panjang sungai 3. Bentuk DAS 4. Morfometri 1. Alih Fungsi Lahan 1. Perilaku membuang sampah 1. Tingkat kepadatan penduduk 2. Tingkat pertumbuhan

www.itk.ac.id

www.itk.ac.id

sub DAS Siak yang berada di wilayah administrasi Kota Pekanbaru.

penduduk

2. Mengidentifikasi sub kriteria parameter signifikan yang digunakan untuk penentuan prioritas penanganan banjir pada sub DAS Siak yang berada di wilayah administrasi Kota Pekanbaru.

3. Menentukan sub DAS Siak yang berada di wilayah administrasi Kota Pekanbaru yang menjadi prioritas penanganan banjir



	terlebih dahulu.				
Muh. Fadli	Judul :	Metode analisis yang	Hasil dari penelitian ini	1. Kondisi	1. Kapasitas Drainase
Natsir (2017)	Analisis Permasalahan Banjir Wilayah Kelurahan Karunrung Kecamatan Rapoccini Kota Makassar	digunakan adalah a. Teknik Analisis Deskriptif b. Skala likert /pembobotan	yaitu diperolehnya persentasi kondisi sistem jaringan drainase pada masing-masing sub sistem serta dapat diketahui pula upaya penanganan permasalahan banjir di Kelurahan Karunrung Kecamatan Rapoccini Kota Makassar yaitu dengan melakukan rehabilitasi badan saluran drainase, pembuatan saluran drainase yang lebih besar dan membangun kesadaran masyarakat Karunrung dalam menjaga dan memelihara drainase yang	2. Kapasitas Drainase 3. Curah hujan 4. Aktivitas Manusia	1. Sedimentasi 1. Intensitas hujan 1. Pemeliharaan drainase
	Tujuan :				
	1. Untuk menganalisis kondisi sistem jaringan drainase di wilayah Karunrung Kota Makassar				
	2. Mengetahui partisipasi masyarakat dalam pengelolaan drainase di wilayah Karunrung Kota Makassar				

			ada di lingkungan masing-masing.		
Irwan (2018)	Judul : Arahan Pemanfaatan Ruang Berbasis Mitigasi Bencana Banjir di Kota Bima Kecamatan Rasanae Timur	Metode analisis yang digunakan adalah a. Teknik Analisis Deskriptif b. Superimpose/overlay	Hasil dari penelitian ini yaitu diketahui kawasan rawan banjir di Kecamatan Rasanae Timur. Tingkat kerentanan banjir di Kawasan Rasanae Timur diklarifikasikan menjadi dua yaitu kawasan rawan sedang (rawan) dan kawasan rawan rendah (tidak rawan) Selain itu diketahui pula arahan pemanfaatan ruang terhadap banjir dikategorikan menjadi dua yaitu : a. Metode struktural, penanganan banjir dengan membangun	1. Karakteristik DAS 2. Curah hujan 3. Kapasitas Sungai 4. Kondisi tanah	1. Topografi 2. Kemiringan Lereng DAS 3. Geologi 1. Intensitas hujan 1. Erosi 2. Sedimentasi 1. Infiltrasi tanah
	Tujuan : 1. Mengidentifikasi kawasan rawan banjir di Kota Bima pada Kecamatan Rasanae Timur. 2. Mengetahui arahan pemanfaatan ruang berbasis mitigasi bencana banjir di Kota Bima pada Kecamatan				

Rasanae Timur.

bangunan pengendali
banjir dan perbaikan
sistem drainase

www.itk.ac.id

b. Metode non-struktural,
penerapan kebijakan
kebijakan pengaturan
tata guna lahan di DAS
(daerah aliran sungai)
untuk mengatur
penggunaan lahan,
sesuai dengan rencana
pola tata ruang yang
ada guna sebagai
penanganan banjir
dengan memperbaiki
kondisi hidrologis
DAS.



www.itk.ac.id

*) Hasil Pustaka, 2019

2.4 Sintesa Pustaka

Berdasarkan tinjauan teoritis yang telah dilakukan maka diperoleh sintesa pustaka yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 2. 5 Sintesa Pustaka^{*)}

No.	Indikator	Variabel	Sumber
1.	Kondisi Sungai	Kapasitas Sungai	Rahayu (2009), Bakornas (2008), Kodoatie (2013), Bunga Rampai Banjir (2015), Rizkiah (2014)
2.	Kondisi Drainase	Kapasitas Drainase	Rahayu (2009), Situmorang (2013), Kodoatie (2013), Bakornas (2008), Rachmat (2014), Rizkiah (2014), Putra (2016), Natsir (2017)
3.	Curah Hujan	Intensitas Hujan	Situmorang (2013), Kodoatie (2005), Paimin (2010), Kodoatie (2013), Bakornas (2008), Tresnadi (2008) Rizkiah (2014), Natsir (2017), Irwan (2018)
4.	Kondisi Tanah	Infiltrasi Tanah	Bakornas (2008), Rachmat (2014), Irwan (2018), Suripin (2004)
5.	Debit Banjir	Tinggi Aliran Air Debit Normal Limpasan Air	Paimin (2010), Kodoatie (2013)
6.	Kapasitas Sungai/Drainase	Erosi Sedimentasi	Kodoatie (2005), Bunga Rampai Banjir (2015), Irwan (2018), Natsir (2017)
7.	Tata Guna Lahan	Jarak Bangunan di Sempadan Sungai	Kodoatie (2013), Rachmat (2014), Rizkiah (2014),

No.	Indikator	Variabel	Sumber
		Lokasi Permukiman di Sempadan Sungai	
8.	Aktivitas Manusia	Tata Guna Lahan Perilaku Membuang Sampah Kawasan Kumuh Perencanaan Sistem Pengendalian Banjir Pemeliharaan Bendali Pemeliharaan Drainase	Kodoatie (2005), Rizkiah (2014), Putra (2016), Natsir (2017), Bunga Rampai Banjir (2015)
.	Karakteristik DAS	Luas DAS Bentuk DAS Topografi Morfometri Geologi Vegetasi	Suripin (2004), Paimin (2010), Tresnadi (2008), Putra (2016), Irwan (2018)

^{*)} Hasil Pustaka, 2019

Berdasarkan tabel sintesa pustaka diatas maka dapat diketahui bahwa terdapat 9 indikator dan 23 variabel yang akan digunakan pada tahap analisis yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 2.6 Sintesa Pustaka Berdasarkan Sasaran Penelitian^{*)}

Sasaran	Indikator	Variabel
Menganalisis faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya banjir di Kawasan DAS Ampal/Klandasan Besar	Kondisi Sungai	Kapasitas Sungai
	Kondisi Drainase	Kapasitas Drainase
	Curah Hujan	Intensitas Hujan
	Kondisi Tanah	Infiltrasi Tanah
	Debit Banjir	Tinggi Aliran Air

Sasaran	Indikator	Variabel
berdasarkan persepsi Pemerintah Kota Balikpapan	Tata Guna Lahan www.itk.ac.id Aktivitas Manusia Karakteristik DAS	Debit Normal
		Limpasan Air
		Erosi
		Sedimentasi
		Jarak Bangunan di Sempadan Sungai
		Lokasi Permukiman di Sempadan Sungai
		Tata Guna Lahan
		Perilaku Membuang Sampah
		Kawasan Kumuh
		Perencanaan Sistem Pengendalian Banjir
		Pemeliharaan Bendali
		Pemeliharaan Drainase
		Luas DAS
		Bentuk DAS
		Topografi
Morfometri		
Geologi		
Vegetasi		
Menganalisis kesesuaian program penanganan banjir yang dilakukan pemerintah berdasarkan faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya banjir di DAS Ampal	Hasil Sasaran 1, data primer dan sekunder	Hasil Sasaran 1 dan data primer dan sekunder

Sasaran	Indikator	Variabel
Merumuskan strategi penanganan banjir di Kawasan DAS Ampal/Klandasan Besar berdasarkan persepsi Pemerintah Kota Balikpapan	Hasil Sasaran 2, data primer dan sekunder	Hasil Sasaran 2, data primer dan sekunder

www.itk.ac.id

^{*)} Analisis Penulis, 2020



www.itk.ac.id