

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi penelitian ini merupakan penelitian dengan tujuan mengetahui kapasitas saluran drainase perkotaan dalam menangani genangan dan banjir. Sistem drainase eksisting dievaluasi kinerjanya sehingga dapat diberikan solusi dan rekomendasi agar tidak terjadi banjir saat hujan dengan intensitas tinggi (Khaerina dkk., 2019; Rahmawati dkk., 2015). Metode analisis yang digunakan pada penelitian terdahulu adalah analisis hidrologi untuk mengetahui intensitas hujan yang akan terjadi pada periode ulang hujan dan analisis hidrolika untuk mengetahui kapasitas saluran drainase eksisting. Berdasarkan analisis tersebut didapatkan perbandingan debit rencana dan debit yang tertampung pada saluran drainase eksisting sehingga dilakukan analisis untuk memberikan solusi dalam mencegah banjir (Suprpto dkk., 2018; Zamhari dkk., 2020).

Berdasarkan analisis penelitian terdahulu diketahui bahwa sebagian besar kapasitas saluran drainase yang ada lebih kecil daripada debit rencana, sehingga terjadi genangan bahkan banjir. Hal tersebut sering terjadi di berbagai wilayah di Indonesia (Novrianti, 2017). Solusi yang direkomendasikan untuk mencegah terjadinya banjir antara lain melalui perbaikan saluran drainase dengan meningkatkan kapasitas saluran. Selain itu, penerapan *Low Impact Development* (LID) membantu mengurangi terjadinya risiko banjir perkotaan (Bibi, 2022). Oleh karena itu, dalam penelitian evaluasi sistem drainase dalam mitigasi banjir perkotaan di Kecamatan Nganjuk, digunakan metode analisis hidrologi untuk menganalisis intensitas hujan dan menetapkan rencana debit secara perhitungan. Sedangkan untuk mengetahui kapasitas sistem drainase eksisting dilakukan melalui analisis hidrolika. Berdasarkan analisis tersebut dilakukan evaluasi kapasitas sistem drainase dan selanjutnya dilakukan analisis mitigasi struktural dan non struktural bencana banjir perkotaan di Kecamatan Nganjuk.

2.2 Banjir Perkotaan

Undang-Undang Republik Indonesia No.24 Tentang Penanggulangan Bencana (2007) menjelaskan bahwa banjir merupakan salah satu bencana alam, yaitu peristiwa yang disebabkan oleh alam. Bencana hidrometeorologi merupakan bencana yang sering terjadi di Indonesia, salah satunya adalah banjir perkotaan. Banjir perkotaan atau biasa disebut sebagai *urban flooding* terjadi saat hujan deras dengan intensitas lebih dari 100 mm per hari di wilayah kota dan menyebabkan kerusakan infrastruktur dan mengganggu aktivitas (Amin, 2020). Banjir perkotaan dapat terjadi karena penyebab utama berikut (Haribowo & Suhardjono, 2022):

1. Terjadi hujan lebat di daerah hulu sehingga debit sungai bagian hilir meningkat dan kapasitas sungai tidak mampu menampung air tersebut.
2. Terjadinya kerusakan badan air seperti tanggul jebol sehingga air melimpas keluar badan air.
3. Terjadi genangan akibat kapasitas saluran drainase tidak mampu menampung dan mengalirkan air hujan dengan baik.
4. Tingginya pasang air laut di wilayah perkotaan kawasan pantai.

Dampak yang dapat timbul akibat banjir perkotaan antara lain (Syarifudin, 2017):

1. Perumahan, gedung, perkebunan, jalan, dan pertokoan terendam.
2. Lalu lintas, kegiatan ekonomi, pendidikan, dan aktivitas lainnya terhambat.
3. Fasilitas umum seperti kelistrikan, telekomunikasi mengalami kerusakan akibat genangan air.
4. Mengakibatkan cedera hingga kematian.

2.3 Sistem Drainase Perkotaan

Manajemen perkotaan merupakan pengelolaan sistematis yang meliputi aspek administratif, perencanaan, dan pengembangan kebijakan sebagai upaya pembangunan berkelanjutan di wilayah perkotaan (Heston dkk., 2020). Dalam manajemen perkotaan diperlukan penyediaan fasilitas pelayanan perkotaan melalui pembangunan, pengembangan, dan/atau revitalisasi, peremajaan, regenerasi, pemugaran atau pembangunan kembali. Fasilitas pelayanan perkotaan meliputi fasilitas umum dan fasilitas sosial. Salah satu fasilitas umum yang dibutuhkan untuk

mendukung kegiatan pelayanan perkotaan adalah jaringan drainase (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 59, 2022).

Sistem drainase perkotaan menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12 (2014) adalah satu kesatuan sistem teknis dan non teknis dari prasarana dan sarana drainase perkotaan. Sistem teknis pada drainase perkotaan adalah jaringan drainase yang terdiri dari saluran induk/primer, saluran sekunder, saluran tersier, saluran lokal, bangunan peresapan, bangunan tampungan beserta sarana pelengkap yang berhubungan secara sistemik satu dengan lainnya. Sedangkan sistem non teknis merupakan dukungan terhadap sistem teknis drainase perkotaan, yaitu pembiayaan, peran masyarakat, peraturan perundang-undangan, institusi, sosial ekonomi dan budaya, dan kesehatan lingkungan permukiman.

Fungsi utama saluran drainase perkotaan secara teknis adalah untuk mengalirkan air menuju badan air penerima secepat mungkin agar tidak terjadi genangan di beberapa area/wilayah perkotaan (Saidah dkk., 2021). Peninjauan ulang (evaluasi) pada sistem drainase eksisting diperlukan untuk mengetahui komponen drainase mana yang perlu diperbaiki dan ditingkatkan (Amin, 2020). Bangunan pelengkap sistem drainase antara lain gorong-gorong, bangunan air terjun, siphon, talang, pompa, dan pintu air (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12, 2014).

Sistem drainase perkotaan di Indonesia memiliki kesamaan, yaitu sebagian besar merupakan bekas saluran irigasi. Bahkan ada beberapa wilayah yang memiliki sistem drainase berfungsi sebagai saluran air hujan dan sebagai saluran sanitasi pembuangan limbah rumah tangga (Arifin, 2018; Novrianti, 2017). Permasalahan yang sering terjadi pada sistem drainase perkotaan di Indonesia antara lain saluran tersumbat sampah dan rusak akibat akar pohon (Kesuma dkk., 2020; Prawati & Al Fajri, 2021).

Tabel 2.1 Komparasi Indikator Sistem Drainase

Sumber Teori						Variabel Terpilih
(Syarifudin, 2017)	(Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12, 2014)	(Yunianta dkk., 2022)	(Bibi dkk., 2023)	(Azari & Tabesh, 2022)	(Badan Standarisasi Nasional, 1991)	
1. Kemiringan tanah 2. Daya resap tanah 3. Kecepatan resapan 4. Aliran limpasan permukaan 5. Intensitas hujan	1. Analisis hidrologi 2. Analisis hidrolika 3. Analisis kekuatan konstruksi bangunan air 4. Data sistem drainase yang ada 5. Penentuan debit rencana	1. Analisis hidrologi 2. Analisis hidrolika	1. Intensitas hujan 2. Durasi hujan 3. Frekuensi hujan	1. Data curah hujan 2. Karakteristik saluran 3. Kriteria desain 4. Karakteristik jalan	1. Aspek hidrologi 2. Aspek hidrolik 3. Aspek struktur	1. Penentuan debit rencana 2. Analisis hidrolika 3. Data sistem drainase eksisting

2.3.1 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi digunakan untuk menentukan besaran debit air yang dialirkan melalui saluran drainase (Yunianta dkk., 2022). Analisis hidrologi terdiri dari perhitungan curah hujan rencana, analisis frekuensi curah hujan, dan perhitungan intensitas hujan. Data curah hujan dianalisis menggunakan Distribusi Gumbel untuk menghitung besaran curah hujan harian maksimum yang selanjutnya digunakan sebagai *input* analisis intensitas hujan menggunakan Persamaan Mononobe. Besaran intensitas hujan selanjutnya dianalisis untuk mengetahui debit rencana periode ulang hujan T tahun menggunakan Metode Rasional (Kusumastuti dkk., 2015).

2.3.2 Analisis Hidrolika

Perencanaan saluran drainase perkotaan berdasarkan pada laju aliran puncak. Metode yang sering digunakan adalah Metode Rasional dengan asumsi bahwa hujan yang terjadi mempunyai intensitas seragam dan merata di seluruh daerah aliran sungai selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasi DAS (Yunianta dkk., 2022). Air hujan dialirkan dari satu tempat ke tempat lainnya secara alamiah maupun melalui bangunan buatan. Saluran drainase yang bagian atasnya tertutup disebut saluran tertutup (*closed conduits*), sedangkan yang bagian atasnya terbuka disebut saluran terbuka (*open channels*). Sungai, saluran irigasi, dan selokan merupakan saluran terbuka. Sedangkan terowongan pipa *aqueduct*, gorong-gorong, dan siphon adalah saluran tertutup (Saidah dkk., 2021). Data-data yang diperlukan dalam analisis hidrolika adalah:

- a. Data keadaan, fungsi, jenis, geometri dan dimensi saluran, dan bangunan pelengkap seperti gorong-gorong, pompa, dan pintu air, serta kolam tandon dan kolam resapan.
- b. Data arah aliran dan kemampuan resapan.

Untuk menghitung debit saluran drainase, diperlukan ukuran saluran berdasarkan bentuk penampang saluran tersebut. Dimensi saluran selanjutnya dianalisis menggunakan Persamaan Manning untuk mengetahui besaran debit saluran drainase (Kusumastuti dkk., 2015).

2.4 Mitigasi Banjir

Kabupaten Nganjuk merupakan kabupaten dengan wilayah yang berada dalam kategori banjir sedang seperti pada Gambar 2.1 dan tata guna lahan pada wilayah Kecamatan Nganjuk disajikan pada Gambar 2.2. Mitigasi merupakan upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana oleh masyarakat yang berada pada kawasan rawan bencana (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana, 2008). Kegiatan mitigasi bencana meliputi:

- a. Perencanaan dan pelaksanaan penataan ruang yang berdasarkan pada analisis risiko bencana.
- b. Pengaturan pembangunan, pembangunan infrastruktur, dan tata bangunan.
- c. Penyelenggaraan pendidikan, pelatihan, dan penyuluhan, baik secara konvensional maupun modern.

Tabel 2.2 Komparasi Indikator Mitigasi Bencana Banjir

Sumber Teori			Indikator Terpilih
(Saidah dkk., 2021)	(Aprilia dkk., 2021; Yuniartanti, 2018)	(Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2008)	
1. Mitigasi teknis 2. Mitigasi non teknis	1. Mitigasi struktural 2. Mitigasi non struktural	1. Mitigasi pasif 2. Mitigasi aktif	1. Mitigasi struktural 2. Mitigasi non struktural

Upaya mitigasi bencana banjir mengacu pada hasil proyeksi ketinggian bencana banjir, sehingga rekomendasi perbaikan sesuai dengan perubahan peruntukan tata ruang wilayah jangka panjang (Yuniartanti, 2018).

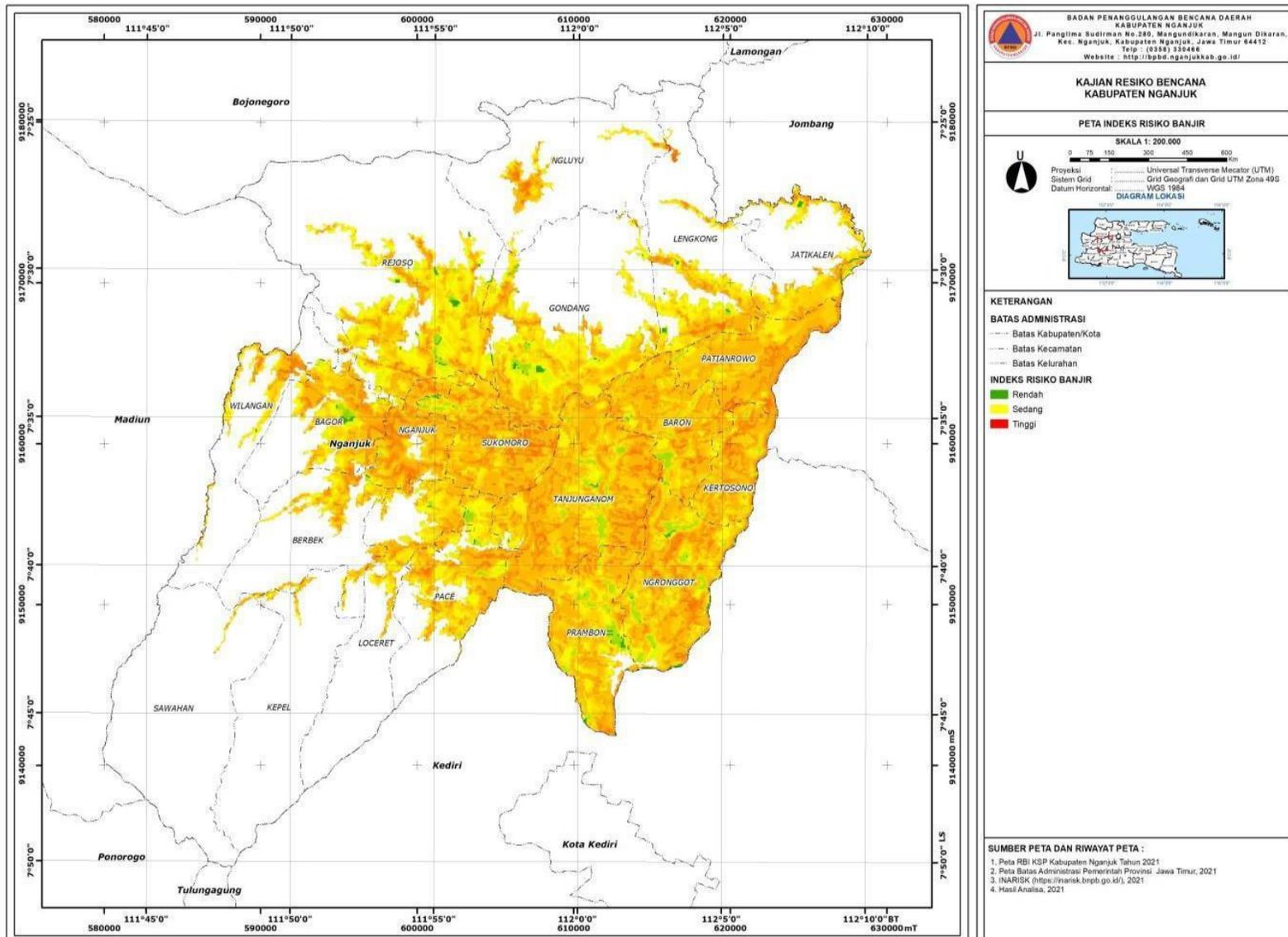
1. Mitigasi Struktural

Upaya mengurangi risiko bencana secara struktural dilakukan pada bangunan infrastruktur yang dapat mencegah terjadinya bencana. Beberapa contoh mitigasi bencana banjir secara struktural adalah normalisasi saluran drainase, pembangunan waduk, dam, dan sumur resapan (Aprilia dkk., 2021). Saluran drainase perkotaan direncanakan dengan pertimbangan pada aspek hidrologi

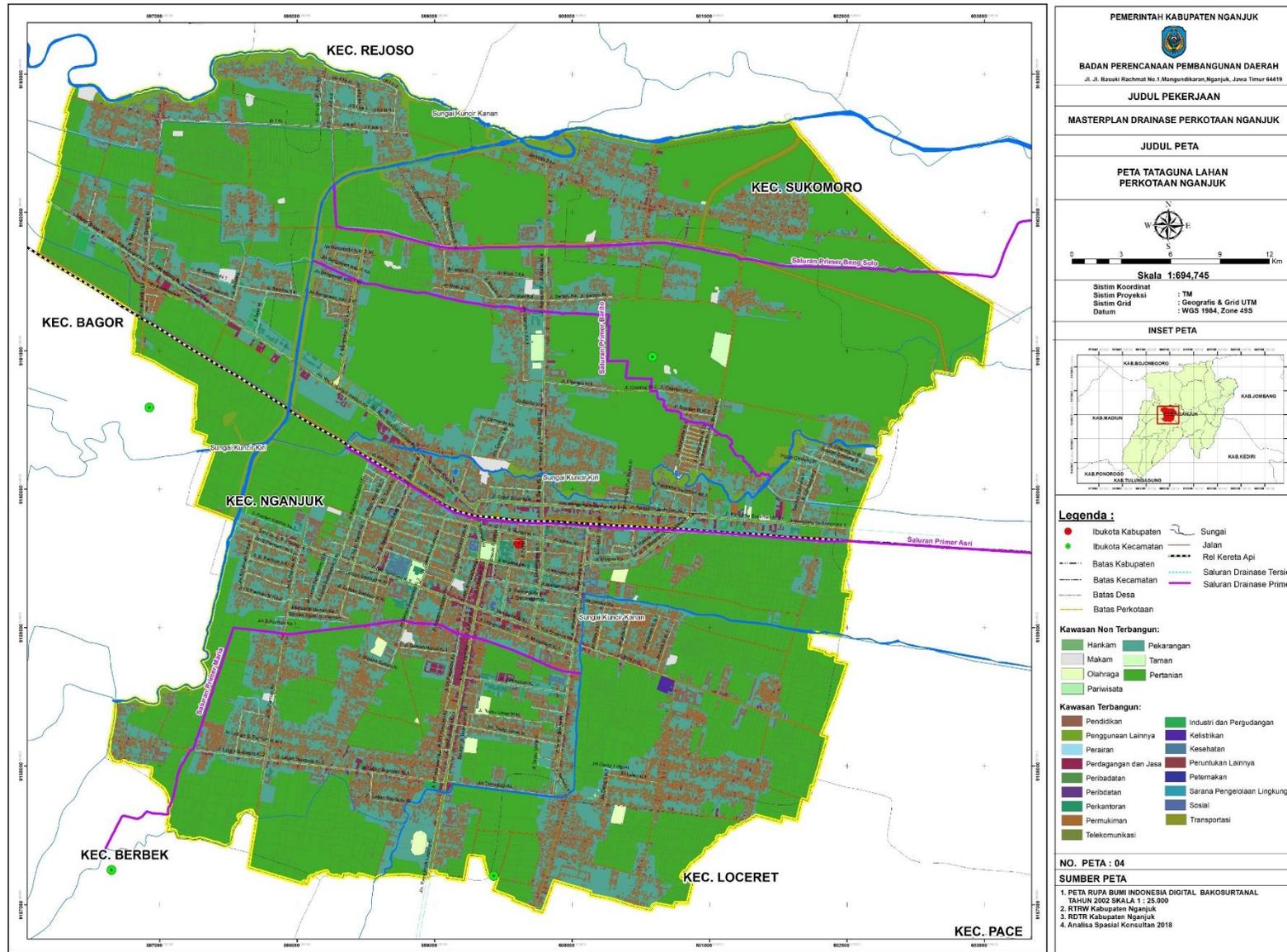
dan hidrolika. Selain itu, saluran drainase yang telah direncanakan dan beroperasi harus dilakukan pemeliharaan agar mampu mencegah terjadinya genangan (Badan Standarisasi Nasional, 1991). Pemeliharaan saluran drainase dilakukan melalui:

- a. pembersihan saluran dan merawat bangunan pelengkapya secara berkala sesuai dengan peraturan pemeliharaan yang lazim dipakai;
- b. pembersihan saluran drainase dengan cara penggelontoran agar diperhitungkan sejak tahap awal perencanaan, dan debit minimum untuk penggelontoran agar diusahakan dari saluran yang ada di dalam atau di dekat perkotaan;
- c. melindungi saluran drainase dengan garis sempadan yang batasnya ditetapkan sesuai dengan macam saluran;
- d. melengkapi saluran drainase dengan jalan inspeksi untuk keperluan pemeliharaan dan dapat berfungsi ganda, yaitu disamping berfungsi sebagai jalan inspeksi dapat pula berfungsi sebagai jalan akses, jalan lokal, jalan kolektor, atau jalan arteri yang merupakan bagian dari jaringan jalan di dalam kota;

Sistem drainase yang tidak mampu mengumpulkan dan menyalurkan air hujan dengan optimal dapat dianalisis untuk mengetahui titik-titik yang perlu perbaikan dan penanganan secara teknis khususnya (Bibi, 2022). Apabila saluran drainase mengalami limpasan, maka dapat dilakukan perubahan dimensi saluran sehingga saluran tidak menyebabkan banjir. Dalam mengubah dimensi saluran, lebar saluran harus disesuaikan dengan kondisi lapangan, sehingga perubahan akan lebih ditekankan pada kedalaman saluran. Penambahan kedalaman saluran harus memperhatikan muka air banjir maksimal dengan meningkatkan diameter pipa (Mohammed dkk., 2021; Suprpto dkk., 2018). Selain itu, pengendalian banjir juga dapat dilakukan melalui kebijakan pengendalian banjir secara intensif untuk infrastruktur drainase yang telah terbangun (Luo dkk., 2022).



Gambar 2.1 Peta Rawan Bencana Banjir Kabupaten Nganjuk
Sumber: (Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Nganjuk, 2021)



Gambar 2.2 Peta Tata Guna Lahan Perkotaan Kecamatan Nganjuk
 Sumber: (Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Nganjuk, 2018)

2. Mitigasi Non Struktural

Mitigasi non struktural merupakan upaya pencegahan berupa peraturan, penyuluhan, dan pendidikan. Metode pengendalian banjir non struktural telah diterapkan oleh beberapa negara maju seperti Singapura dan negara-negara Eropa Barat (Saidah dkk., 2021). Metode tersebut antara lain:

a. Pengelolaan DAS

Pengelolaan DAS dilakukan melalui upaya pemeliharaan vegetasi di bagian hulu untuk mengurangi kecepatan aliran permukaan dan erosi tanah. Pengelolaan DAS harus terintegrasi dengan peraturan, pelaksanaan, dan pelatihan.

b. Pengaturan Tata Guna Lahan

Pengaturan tata guna lahan diterapkan untuk memperbaiki kondisi hidrologi DAS agar tidak menimbulkan banjir, terjadi kekeringan, dan menekan laju erosi DAS sehingga laju sedimentasi di bagian hilir berkurang.

c. Pengembangan dan Pengaturan Daerah Banjir/Genangan

Pengembangan daerah banjir/genangan diimplementasikan dengan memperhatikan risiko dan kerusakan yang ditimbulkan oleh banjir.

d. Penanganan Kondisi Darurat

Data banjir yang terjadi merupakan acuan pembuatan perencanaan pengendalian banjir yang berisi identifikasi masalah, kebutuhan bahan dan peralatan penanggulangan, dan identifikasi kebutuhan tenaga penanggulangan.

e. Penegakan Hukum dan Penyuluhan Pada Masyarakat

Pihak yang berwenang dalam pembuatan kebijakan harus melakukan pembinaan, pengawasan, pengendalian, dan penanggulangan banjir secara intensif dan koordinatif. Selain itu, peningkatan kesadaran masyarakat harus dilakukan secara tegas bahwa aktivitas di daerah alur sungai dapat mengganggu aktivitas hidrologis sungai sehingga menimbulkan permasalahan banjir. Kebijakan dan larangan mengenai

banjir harus ditegakkan dan patuhi oleh seluruh elemen masyarakat sebagai mitigasi banjir.

f. Peramalan dan Sistem Peringatan Dini

Sistem peringatan dini banjir direncanakan berdasarkan ketersediaan bangunan pengendalian banjir, operasional bangunan sistem pengendalian banjir, kondisi hidrologi, karakteristik DAS, karakteristik daerah rawan banjir, risiko kerugian akibat banjir, dan penelusuran banjir yang akurat.

Mitigasi struktural diterapkan saat sistem drainase tidak mampu menampung air hujan yang dialirkan menuju badan air. Sedangkan mitigasi non struktural dilakukan untuk merawat sistem drainase yang ada agar tidak terjadi kerusakan dan memberikan informasi dan pengetahuan kepada masyarakat dalam pencegahan bencana banjir.

Mitigasi banjir yang telah diterapkan di negara lain adalah dengan infrastruktur hijau dan biru melalui peningkatan ekologi dan estetika melalui kerjasama pemerintah, swasta, dan masyarakat. Beberapa contoh penerapan infrastruktur hijau dan biru dalam sistem drainase yang berkelanjutan adalah *Low Impact Development* (LID) yang mampu mengurangi 92% debit puncak banjir. LID yang sudah banyak digunakan adalah *green roofs*, *bio-retention tank*, *permeable pavement*, dan *rain barrel* (Haghbin & Mahjouri, 2023; Hawken dkk., 2021; Zamani dkk., 2023). Upaya lainnya adalah pengumpulan air melalui metode *rain water harvesting*. Air yang telah dikumpulkan dapat digunakan untuk irigasi maupun kebutuhan rumah tangga lainnya (Ertop dkk., 2023; Niborski dkk., 2023; W. Yu dkk., 2023).



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

SEKOLAH PASCASARJANA