



KAJIAN FAKTOR PENYEBAB BANJIR DALAM PERSPEKTIF WILAYAH SUNGAI: PEMBELAJARAN DARI SUB SISTEM DRAINASE SUNGAI BERINGIN

STUDY OF THE CAUSE OF FLOOD IN THE PERSPECTIVE OF WATERSHED AREA: LESSONS LEARNED FROM THE BERINGIN DRAINAGE SUB SYSTEM

Dody Adi Nugroho¹, Wiwandari Handayani²

¹Magister Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Diponegoro; dody8adi7nugroho@gmail.com

²Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Diponegoro; wiwandari.handayani@pwk.undip.ac.id

Info Artikel:

- Artikel Masuk: 3 November 2020
- Artikel diterima: 30 Desember 2020
- Tersedia Online: 30 Juni 2021

ABSTRAK

Urbanisasi menyebabkan pergeseran aktivitas manusia dan meningkatkan okupansi ruang terbuka di kawasan perbukitan Kota Semarang. Sebagai kawasan strategis di Kota Semarang, Kecamatan Mijen dan Ngaliyan yang merupakan daerah hulu dan peralihan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin mengalami pertumbuhan secara ekonomi dan sosial. Hal tersebut kemudian berdampak pada intensitas banjir yang terjadi di Kecamatan Tugu sebagai daerah hilirnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji faktor-faktor penyebab banjir di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin dilihat dari tinjauan teori untuk kemudian memvalidasi hasilnya melalui kegiatan wawancara dan survey lapangan. Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif kualitatif dengan melakukan telaah terhadap dokumen, jurnal penelitian, buku dan peta serta dokumen lain terkait. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor penyebab banjir kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin meliputi perubahan guna lahan, curah hujan dan jenis tanah, tingkat keterlerangan, erosi dan sedimentasi serta kapasitas sistem drainase yang tidak memadai merupakan fenomena dan proses yang saling terkait satu sama lain. Diperlukan upaya strategis dalam mengantisipasi kejadian banjir yang terjadi hampir setiap tahun di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin.

Kata Kunci: sub sistem drainase Sungai Beringin, banjir, urbanisasi

ABSTRACT

Urbanization causes a shift in human activities and increases the occupancy of open spaces in the hilly areas of Semarang City. As a strategic area in the city of Semarang, Mijen and Ngaliyan Districts, which are the upstream and transition areas of the Beringin Drainage Sub-System, are experiencing economic and social growth. This then has an impact on the intensity of the floods that occur in Tugu District as its downstream area. This study aims to analyze the factors that cause flooding in the area of the Beringin Drainage Sub-System from a theoretical review to validate the results through interviews and field surveys. This study uses a qualitative descriptive analysis method by examining documents, research journals, books and maps and other related documents. From the results of the study, it can be concluded that the factors causing floods in the Beringin Drainage Sub-System area include changes in land use, rainfall and soil types, slope levels, erosion and sedimentation and inadequate capacity of the drainage system are phenomena and processes that are interrelated with one another. Strategic efforts are needed to anticipate flood events that occur almost annually in the Beringin Drainage Sub-System area.

Keyword: Beringin drainage sub-system; flood; urbanization

1. PENDAHULUAN

Permasalahan terkait air menjadi salah satu isu yang terjadi di hampir seluruh kota-kota besar di Indonesia. Menurut Kodoatie & Sjarief (2010), permasalahan terkait air tidak terlepas dari 3 permasalahan umum yang sering disebut 3T, yakni *too much* (banjir), *too little* (kekeringan) dan *too dirty* (pencemaran air). Permasalahan terkait air khususnya banjir yang terjadi di kota-kota besar, salah satunya diakibatkan oleh meningkatnya jumlah penduduk akibat urbanisasi. Fenomena urbanisasi selalu diiringi dengan pembangunan sarana prasarana fisik yang masih mengadopsi praktik “grey infrastructure” seperti pengaspalan dan pembetonan. Hal tersebut masih banyak diterapkan di daerah perkotaan di seluruh dunia (Dhakal & Chevalier, 2017). Urbanisasi juga menyumbang peran dalam terjadinya fenomena perubahan iklim terutama akibat adanya pembukaan lahan hutan untuk dialihfungsikan menjadi lahan terbangun. Perubahan iklim dan urbanisasi merupakan faktor yang saling terkait dan dapat menyebabkan kejadian banjir dan kekeringan menjadi semakin sering dan parah (Butler *et al.*, 2016; Sweya *et al.*, 2018).

Di Indonesia, jumlah penduduk perkotaan telah mengalami peningkatan sebanyak lebih dari dua kali lipat. Dalam kurun waktu 20 tahun terjadi peningkatan jumlah penduduk perkotaan dari 55,4 juta jiwa (proporsi 30,9% dari seluruh penduduk Indonesia) pada tahun 1990 menjadi sebanyak 118,3 juta jiwa (49,8%) pada tahun 2010 (Mardiansjah *et al.*, 2018). Peningkatan jumlah penduduk kawasan perkotaan telah menyebabkan laju alih fungsi lahan di perkotaan dari ruang terbuka hijau menjadi ruang terbangun menjadi semakin meningkat. Penurunan kawasan hijau dan peningkatan kawasan kedap air di area perkotaan telah menyebabkan peningkatan aliran permukaan (*run off*) sehingga meningkatkan ancaman banjir.

Kawasan yang paling rawan terhadap ancaman bencana adalah kawasan di sekitar pesisir pantai, negara kepulauan dan negara berkembang. Menurut laporan dari Mercy Corps Indonesia (2017), pada tahun 2011, frekuensi kejadian bencana terkait iklim dan cuaca di Indonesia terus meningkat dalam 10 tahun terakhir. Pada tahun 2013, setidaknya terdapat 1.254 kejadian bencana iklim dan cuaca yang menyebabkan lebih dari 300 ribu orang mengungsi dan lebih dari 800 ribu orang terkena dampaknya. Kerawanan bencana di daerah pesisir, tidak terlepas dari adanya perubahan morfologi yang terjadi di kawasan perbukitan. Kawasan perbukitan yang selama ini memberikan perlindungan terhadap kawasan pesisir dan memiliki fungsi sebagai kawasan resapan air, pada akhirnya kehilangan fungsi ekologisnya akibat terjadinya alih fungsi lahan.

Kota Semarang juga mengalami permasalahan terkait air khususnya banjir disebabkan salah satunya akibat tingginya tingkat urbanisasi. Urbanisasi di Kota Semarang telah menyebabkan beralihnya kawasan non terbangun yang memiliki fungsi sebagai kawasan resapan air menjadi fungsi-fungsi lain seperti kawasan permukiman, pendidikan dan perdagangan jasa. Sebagai kota metropolitan yang secara geografis memiliki 2 (dua) karakter topografi, perkembangan aktivitas manusia menjadi cenderung ke arah perbukitan (bagian atas) disebabkan keterbatasan cadangan lahan dan tingginya harga lahan di Semarang bagian bawah yang bisa dikatakan lebih “matang” dalam hal kelengkapan sarana prasarana. Pada akhirnya kawasan pusat kota lebih difokuskan pada kegiatan yang memiliki nilai ekonomi (komersial) yang lebih tinggi daripada kegiatan permukiman. Sebagai akibatnya, kegiatan permukiman akan bergeser ke pinggiran kota dan akan menciptakan kota baru/satelit (Handayani & Rudiarto, 2014). Penelitian yang dilakukan oleh Dewi & Rudiarto (2013) di Kecamatan Gunungpati sedikit banyak memperlihatkan gejala perubahan guna lahan yang terjadi di kawasan perbukitan Kota Semarang. Dalam kurun waktu 16 tahun (tahun 1994 s/d 2010), sebanyak lebih dari 798 Ha lahan sawah dan tegalan di Kecamatan Gunungpati terkonversi menjadi kawasan permukiman dan bangunan.

Dalam menanggulangi permasalahan banjir, Pemerintah Kota Semarang menerbitkan aturan terkait dengan pengelolaan sistem drainase melalui *beleid* Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 7 Tahun 2014 tentang Rencana Induk Sistem Drainase Kota Semarang Tahun 2011-2031. Kawasan-kawasan di Kota Semarang dibagi menjadi beberapa sistem dan sub sistem drainase untuk mempermudah penanganan banjir. Salah satu yang menjadi perhatian Pemerintah Kota Semarang adalah kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin dimana kejadian banjir hampir terjadi setiap tahun. Kawasan Sub Sistem Drainase Sungai

Beringin merupakan wilayah konservasi air yang terletak memanjang dari kawasan hulu (perbukitan) menuju ke hilir di Laut Jawa, melewati 3 (tiga) kecamatan dan 12 (dua belas) kelurahan mulai dari Kecamatan Mijen sampai dengan Kecamatan Tugu. Pada tahun 2018, sebanyak 25 kejadian banjir terjadi di Kota Semarang dengan 10 kejadian banjir tersebut terjadi di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin (Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Prov. Jateng, 2018).

Tipe banjir yang terjadi di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin umumnya terbagi menjadi 3 (tiga), yakni banjir bandang, banjir luapan sungai dan banjir rob. Banjir bandang terjadi akibat lonjakan debit yang mendadak, seperti yang terjadi di Kelurahan Wonosari. Banjir bandang terparah di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin terjadi pada tahun 2010, dimana menyebabkan 6 (enam) orang meninggal dunia. Dampak lain dari banjir tahun 2010 tersebut adalah terputusnya akses jalan nasional Semarang-Kendal dan rusaknya ratusan rumah serta fasilitas umum lainnya dengan wilayah paling parah terkena dampak banjir adalah Kelurahan Wonosari (detik.com, 2010). Tipe banjir lainnya yang terjadi di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin adalah banjir akibat luapan sungai dan rob yang terjadi pada kawasan dengan kelandaian rendah yakni kelerengan 0-2% sebagaimana yang terjadi di Kelurahan Mangkang Wetan. Sebagai wilayah paling hilir dari kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin, masyarakat Kelurahan Mangkang Wetan seringkali “menderita” akibat banjir yang disebabkan oleh luapan Sungai Beringin yang biasanya terjadi pada musim penghujan dan banjir rob akibat pasang surut air laut pada perodesasi bulan purnama (*full moon*) (Kurniawan & Septiadi, 2020).

Beberapa penelitian dengan lokasi dan fokus di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin telah dilakukan oleh beberapa peneliti/akademisi, dimana sebagian besar fokus penelitian adalah terkait dengan dampak banjir dan perencanaan penanganan banjir dilihat dari metode struktural/fisik. Waskitaningsih (2012) dalam artikelnya menyoroti peran kearifan lokal masyarakat Sub Sistem Drainase Beringin dalam menghadapi banjir, seperti dalam tahapan pengamatan tanda-tanda banjir, penyampaian informasi banjir dan proses evakuasi. Senada dengan penelitian Waskitaningsih, Nurromansyah & Setyono (2014) dalam penelitiannya berusaha menggambarkan perubahan upaya kesiapsiagaan masyarakat DAS Beringin yang terjadi setelah berjalannya program *flood early warning system* (FEWS). Penelitian lain oleh Wahyuningtyas et al. (2017) lebih bertujuan untuk merencanakan pengendalian banjir Sungai Beringin dengan pendekatan pembangunan fisik/struktural.

Kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin dengan kondisi kerawanan banjirnya, perlu dilihat melalui bingkai konsep *one watershed one plan-one management*, dimana pengelolaan wilayah hulu menjadi satu kesatuan dengan pengelolaan wilayah hilir. Tulisan ini bertujuan untuk mengkaji faktor-faktor penyebab banjir dalam perspektif wilayah sungai yang terjadi di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin baik yang terjadi di wilayah hulu maupun wilayah hilirnya. Hal tersebut dapat dianggap sebagai tahap awal dalam melakukan identifikasi terhadap upaya-upaya yang harus dilakukan dalam manajemen risiko bencana banjir pada lokasi studi di masa yang akan datang.

2. DATA DAN METODE

2.1. Ruang Lingkup Wilayah Penelitian

Banjir merupakan suatu peristiwa meluapnya air dari batas tebing sungai dalam waktu yang relatif pendek atau suatu peristiwa tergenangnya permukaan tanah oleh air dalam jangka waktu tertentu sehingga menyebabkan kerugian (Pemerintah Indonesia, 2007; Sandhyavitri et al., 2015). Banjir juga dapat didefinisikan sebagai suatu peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh meluapnya air sungai akibat faktor alamiah yaitu rusaknya *buffer zone* pada kawasan hulu sungai (Hermon, 2015). Beberapa daerah di Indonesia dikenal sebagai daerah langganan banjir seperti Jakarta, Bandung, Semarang dan beberapa kawasan Pantai Utara Jawa (Rosyidie, 2004).

Banjir yang terjadi di daerah perkotaan umumnya terjadi akibat adanya luapan air yang tidak dapat tertampung oleh sistem drainase perkotaan seperti sungai, gorong-gorong, parit dan saluran pengaliran air lainnya. Perubahan guna lahan di kawasan hulu menyebabkan semakin banyak debit air yang menuju ke

sistem drainase sehingga akan membebani kapasitas sistem drainase tersebut. Secara umum, variabel penelitian berupa faktor-faktor penyebab banjir yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Perubahan Guna Lahan

Banjir disebabkan oleh beberapa faktor, tapi umumnya disebabkan oleh adanya perubahan guna lahan di daerah tangkapan air yakni daerah hulu/*upland* (Hermon, 2015; Rosyidie, 2013). Pertambahan jumlah penduduk akibat urbanisasi, tidak teraturnya tata ruang perkotaan dan pemanfaatan guna lahan yang tidak sesuai dengan rencana tata ruang telah mengakibatkan meningkatnya permasalahan banjir di wilayah perkotaan. Hal tersebut disebabkan oleh adanya peningkatan kawasan kedap air di area perkotaan sehingga menyebabkan peningkatan *run off*.

b. Curah hujan dan jenis tanah

Menurut Birhanu *et al.*, (2016), banjir di perkotaan semakin diperparah oleh adanya hujan lebat dan peristiwa iklim yang ekstrem disamping akibat adanya perubahan dramatis terhadap guna lahan. Pada musim penghujan, curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan volume air yang masuk ke dalam sistem drainase, misal sungai, melebihi kapasitas rencana. Bilamana volume air yang masuk melebihi tebing sungai, maka akan menimbulkan banjir atau genangan termasuk bobolnya tanggul sungai.

Jenis tanah tertentu juga memiliki perbedaan respon terhadap curah hujan. Tanah dengan tekstur halus memiliki peluang untuk mengalami kejadian banjir lebih tinggi daripada tekstur tanah yang lebih kasar. Hal tersebut dikarenakan semakin halus tekstur tanah menyebabkan air yang berasal dari hujan sulit untuk meresap ke dalam tanah atau permeabilitasnya rendah (Sudirman *et al.*, 2014).

c. Tingkat keterenggan

Semakin landai kemiringan lereng suatu daerah, maka akan semakin besar peluang kawasan tersebut mengalami banjir, demikian pula sebaliknya. Semakin curam kemiringan lereng suatu daerah maka akan semakin aman kawasan tersebut dari banjir (Darmawan *et al.*, 2017). Perubahan kelandaian lahan dari kemiringan lereng curam ke kemiringan lereng yang landai/datar juga akan menciptakan daerah Apex yang akan menimbulkan perubahan kecepatan aliran permukaan. Hal tersebut yang kemudian akan menimbulkan banjir dengan kecepatan aliran permukaan tinggi atau biasa disebut banjir bandang (Mulyanto *et al.*, 2012).

d. Erosi dan sedimentasi

Akibat perubahan guna lahan maka terjadi erosi yang akan mengakibatkan timbulnya sedimentasi pada sistem drainase/sungai. Sedimen masuk ke dalam sistem saluran drainase bersamaan dengan aliran air permukaan yang berasal dari hujan. Sedimentasi yang masuk ke dalam sistem sungai akan menyebabkan daya tampung sungai menjadi berkurang (Kodoatie & Sjarief, 2010). Tutupan lahan vegetatif yang rapat seperti semak-semak dan rumput merupakan penahan laju erosi paling tinggi.

e. Kapasitas drainase yang tidak memadai

Pengurangan kapasitas tampung drainase disebabkan oleh adanya sedimentasi dan faktor lain yang disebabkan oleh manusia, seperti tersumbatnya saluran akibat sampah yang dibuang secara sengaja ke dalam sistem drainase (Douglas *et al.*, 2008). Hal tersebut menyebabkan volume air yang dapat tertampung berada di bawah volume rencana kapasitas drainase yang seharusnya. Di samping itu, penurunan kapasitas drainase dapat disebabkan oleh adanya bangunan yang berada di sempadan sungai sehingga menghambat aliran dan menyulitkan operasi pemeliharaan sungai (Kodoatie & Sjarief, 2010).

Dari uraian di atas, faktor penyebab banjir dapat digolongkan menjadi 2 (dua) jika dilihat dari asal penyebabnya yakni yang berasal dari alam dan yang berasal dari manusia (lihat **Tabel 1**). Dari penyebab banjir tersebut di atas, Kodoatie & Sjarief (2010) menempatkan perubahan guna lahan sebagai faktor utama yang harus dijadikan prioritas penanganan dalam upaya pencegahan dan pengendalian banjir perkotaan.

Tabel 1. Penyebab banjir dilihat dari asal penyebabnya

No	Faktor penyebab banjir	Penyebab oleh alam atau antropogenik (manusia)
1	Perubahan guna lahan	Antropogenik
2	Curah hujan dan jenis tanah	Alam
3	Tingkat kelerengan kawasan	Alam
4	Erosi dan sedimentasi	Alam dan antropogenik
5	Kapasitas drainase tidak memadai	Antropogenik

Sumber : Hasil Analisis, 2020

Ruang lingkup wilayah dalam penelitian ini adalah Kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin yang mencakup beberapa kelurahan di Kecamatan Mijen, Ngaliyan dan Tugu. Sub Sistem Drainase Sungai Beringin terdiri dari bagian wilayah 12 kelurahan dengan kondisi kerawanan bencana banjirnya adalah sebagaimana **Tabel 2.**

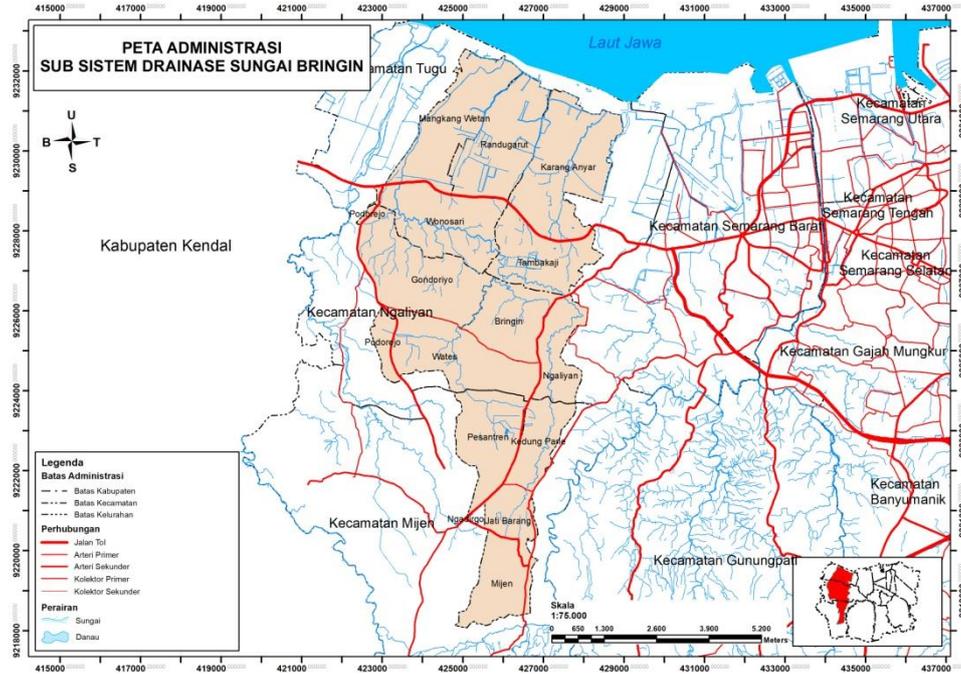
Tabel 2. Wilayah Sub Sistem Drainase Sungai Beringin dan Kerawanan Bencana Banjir (BPBD Kota Semarang, 2020; artikel berita media sosial dan survey lapangan, 2020)

No	Kecamatan	Kelurahan	Rawan Banjir
1	Mijen	1. Pesantren	Tidak
		2. Jatibarang	Tidak
		3. Kedungpane	Tidak
2	Ngaliyan	1. Podorejo	Tidak
		2. Tambakaji	Ya
		3. Gondoriyo	Ya
		4. Wates	Ya
		5. Beringin	Ya
		6. Wonosari	Ya
3	Tugu	1. Mangkang Wetan	Ya
		2. Randugarut	Tidak
		3. Karanganyar	Ya

Adapun justifikasi pemilihan wilayah studi tersebut di atas didasarkan pada pertimbangan sebagai berikut:

1. Kawasan hulu dan peralihan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin dianggap sebagai kawasan yang strategis dan sebagai pusat aktivitas baru di pinggiran Kota Semarang. Hal tersebut nampak dari tingginya laju perubahan penggunaan lahan dari kawasan non terbangun menjadi kawasan terbangun;
2. Pengembangan kawasan hulu dan peralihan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin dapat menimbulkan dampak negatif bagi kawasan di bawahnya, dimana ketidakseimbangan neraca air menyebabkan peningkatan debit pada bulan basah dan penurunan *flow* debit pada bulan kering. Fenomena tersebut menyebabkan kejadian banjir pada musim penghujan dan kekeringan pada musim kemarau;
3. Kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin termasuk ke dalam kawasan rawan bencana banjir sebagaimana dapat dilihat pada **Tabel 2.**

Terdapat 4 (empat) sungai utama di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin, yakni Sungai Beringin, Sungai Randugarut, Sungai Karanganyar dan Sungai Tapak. Sungai Beringin akhirnya ditetapkan menjadi fokus dalam penelitian ini, disebabkan intensitas banjir dan dampak yang ditimbulkannya lebih besar dibandingkan sungai-sungai yang lain. Peta wilayah studi dalam penelitian ini diperlihatkan dalam **Gambar 1.**



Sumber : Perda Kota Semarang Nomor 7 Tahun 2014

Gambar 1. Peta Wilayah Studi

2.2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini sesuai dengan jenis data yang digunakan. Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder, maka teknik pengumpulan data yang dilakukan berupa wawancara, observasi lapangan dan telaah dokumen serta literatur lain terkait. Wawancara dilakukan kepada masyarakat yang terdampak langsung bencana banjir yang berada di Kelurahan Wonosari Kecamatan Ngaliyan. Telaah dokumen dilakukan terhadap dokumen peraturan perundangan, buku, jurnal artikel dengan lokus yang sama, berita dari sumber media *online*, peta-peta dan lain sebagainya. Ragam data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Ragam dan sumber data yang digunakan (Hasil Analisis, 2020)

No	Ragam Data	Sumber Data
1	Lokasi dan fokus penelitian	Perda Kota Semarang Nomor 7 Tahun 2014
2	Arahan pengembangan kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin	Perda Kota Semarang Nomor 14 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang Tahun 2011-2031
3	Faktor-faktor penyebab banjir	Jurnal artikel dan literatur terkait (buku, media <i>online</i>)
4	Fenomena kejadian banjir di masa lampau pada kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin	Media <i>online</i> , jurnal artikel terkait
5	Tingkat kelerengan dan jenis tanah	Survey instansi (Bappeda Kota Semarang)
6	Wilayah terdampak banjir	Wawancara dan survey lapangan

2.3. Metode Analisis

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kualitatif, dengan metode deskriptif kualitatif. Metode deskriptif merupakan suatu metode pencarian fakta dengan mempelajari suatu masalah, hubungan, sikap, kegiatan, dan pandangan yang terdapat dalam masyarakat atau suatu proses dan pengaruh dalam sebuah fenomena (Nazir, 2011). Menurut Bogdan & Taylor, 1975 (dalam

Moleong, 2002), penelitian kualitatif merupakan prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan dari orang-orang maupun perilaku yang diamati dengan berbekal pada teori yang digunakan untuk memperjelas masalah penelitian. Menurut Creswell & Poth (2007), pendekatan kualitatif menggunakan metode pengumpulan data yang beragam (*multiple sources of information*) yang dapat bersumber dari data, literatur maupun wawancara terkait dengan tujuan untuk mendapatkan gambaran yang holistik. Tahapan analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penentuan ruang lingkup wilayah dan substansial
 Dilakukan kajian terhadap dokumen peraturan perundangan yakni Perda Nomor 7 Tahun 2014 dan Perda Nomor 14 Tahun 2011 guna menggali informasi terkait lokasi dan fokus kawasan penelitian dan arahan pengembangan pada kawasan tersebut. Variabel penyebab banjir dikembangkan berdasarkan sintesa literatur dari berbagai sumber seperti jurnal artikel dan buku.
2. Analisis penyebab banjir di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin
 Analisis dilakukan dengan alat bantu berupa peta (kelerengan dan jenis tanah) serta kajian teori lain yang mendukung. Sebagai contoh, analisis jenis tanah di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin dilakukan dengan menggunakan peta dasar berupa peta jenis tanah, kemudian sifat dan karakteristik tanah dideskripsikan melalui teori-teori yang ada.
3. Melakukan validasi terhadap hasil analisis
 Validasi diperlukan untuk melihat kesesuaian antara faktor-faktor penyebab banjir berdasarkan kajian literatur terhadap fenomena yang terjadi di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin. Untuk memvalidasi data, digunakan teknik triangulasi. Triangulasi yang digunakan ialah triangulasi sumber dan triangulasi teknik pengumpulan data, yaitu dengan menggunakan lebih dari satu sumber data berupa dokumen, hasil wawancara dan observasi lapangan, dengan tujuan membandingkan atau mengkonfirmasi hasil analisis dokumen yang ada dengan hasil wawancara dan observasi lapangan. Sebagai contoh, validasi dilakukan dengan membandingkan hasil analisis dengan hasil wawancara yang dilakukan kepada ketua Kelurahan Siaga Bencana (KSB) di Kelurahan Wonosari dan Kelurahan Wates, survey lokasi serta dukungan berita lain terkait (misal: media berita *online*: detik.com dan radarsemarang.jawapos.com). Validasi dilakukan untuk memperkuat dugaan dan analisis terhadap faktor-faktor penyebab banjir.
4. Menetapkan kesimpulan
 Hasil analisis kemudian dikomparasikan dengan hasil validasi yang dilakukan untuk mengambil kesimpulan apakah kajian literatur sesuai dengan kondisi yang terjadi di lapangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Faktor-faktor Penyebab Banjir Kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin

3.1.1 Perubahan Guna Lahan

Semakin meningkatnya aktivitas manusia maka akan terjadi pula peningkatan kebutuhan akan ruang untuk menunjang aktivitas sosial dan perekonomian. Perkembangan kawasan Semarang Barat sebagai kawasan strategis cepat tumbuh menjadikan Kecamatan Mijen, Ngaliyan dan Tugu menjadi magnet baru perkembangan kawasan ekonomi di Kota Semarang. Hal tersebut tentunya berimbas pada kondisi tutupan lahan di Kecamatan Mijen, Ngaliyan dan Tugu. Gambaran perbedaan luasan kawasan terbangun dan nonterbangun di Kecamatan Mijen, Ngaliyan dan Tugu dapat dilihat sebagaimana pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Pertambahan lahan terbangun di Kecamatan Mijen, Ngaliyan dan Tugu Tahun 2005 dan 2015

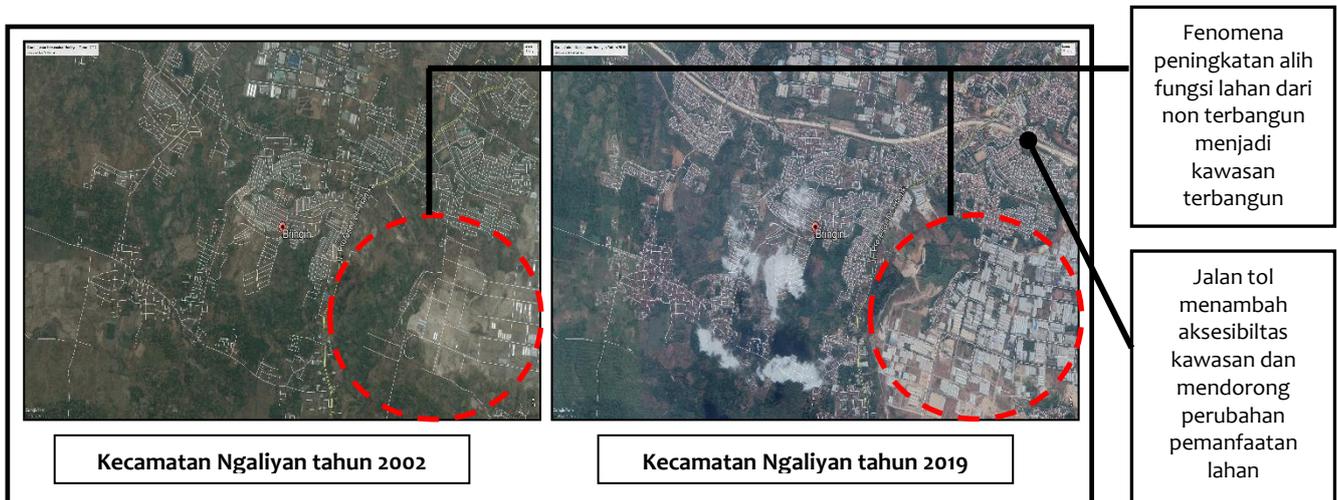
Kecamatan	Tahun 2005			Tahun 2015			Pertambahan lahan terbangun (Ha)
	Non terbangun (Ha)	Terbangun (Ha)	% terbangun	Non terbangun (Ha)	Terbangun (Ha)	% terbangun	
Mijen	5.374,36	504,34	9%	4.583,79	1.294,92	22%	790,58

Kecamatan	Tahun 2005			Tahun 2015			Pertambahan lahan terbangun (Ha)
	Non terbangun (Ha)	Terbangun (Ha)	% terbangun	Non terbangun (Ha)	Terbangun (Ha)	% terbangun	
Ngaliyan	2.849,04	1.575,11	36%	1.873,01	2.551,14	58%	976,03
Tugu	495,51	2.512,25	84%	349,41	2.658,26	88%	146,01

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang, 2018

Dari **Tabel 4** di atas, dapat dilihat bahwa dalam kurun waktu 10 tahun (tahun 2005 s.d. 2015), terjadi kenaikan persentase ruang terbangun di Kecamatan Mijen, Ngaliyan dan Tugu dengan persentase kenaikan paling tinggi yakni terjadi di Kecamatan Ngaliyan dengan pertambahan areal terbangun sebanyak 976,03 Ha. Dapat disimpulkan bahwa pada daerah hulu dan peralihan kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin, terjadi penurunan areal lahan untuk resapan dan tangkapan air, sehingga akan berpengaruh pada peningkatan laju alir permukaan (*run off*).

Fenomena alih fungsi lahan di daerah hulu kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin juga pernah diteliti oleh Aryany & Pradoto (2014). Pada kurun waktu tahun 2006 s/d 2012 di kawasan permukiman Bukit Semarang Baru (BSB) di Kecamatan Mijen, memperlihatkan terjadinya tren penambahan luasan lahan permukiman yakni sebanyak 27% dan lahan kosong cadangan pengembangan sebanyak 12%, sedangkan luasan hutan dan ladang mengalami penyusutan sebesar 6,5% dan 2,8%. Hubungan antara perubahan guna lahan dari kawasan non terbangun menjadi kawasan terbangun dengan semakin seringnya suatu daerah mengalami banjir menunjukkan hubungan yang berbanding lurus. Hal tersebut disebabkan adanya peningkatan debit puncak akibat peningkatan nilai koefisien pengaliran (Halim, 2014). Sebagai gambaran, untuk jenis guna lahan berupa hutan yang dijadikan sebagai referensi, memiliki debit puncak sebesar 10 m³/s. Perubahan guna lahan dari hutan menjadi kawasan permukiman akan meningkatkan debit puncak menjadi 5 s.d. 20 kali dari debit referensi. Perubahan guna lahan menjadi kawasan industri dan niaga akan meningkatkan debit puncak menjadi 6 s.d. 25 kali, sedangkan beton atau aspal akan meningkatkan debit puncak menjadi 6,3 s.d. 35 kali dari debit puncak referensi (Raudkivi, 1979; Subarkah, 1980 dalam Kodoatie & Sjarief, 2010).



Sumber : Google earth, 2020

Gambar 2. Perubahan Guna Lahan Kecamatan Ngaliyan Tahun 2002-2019

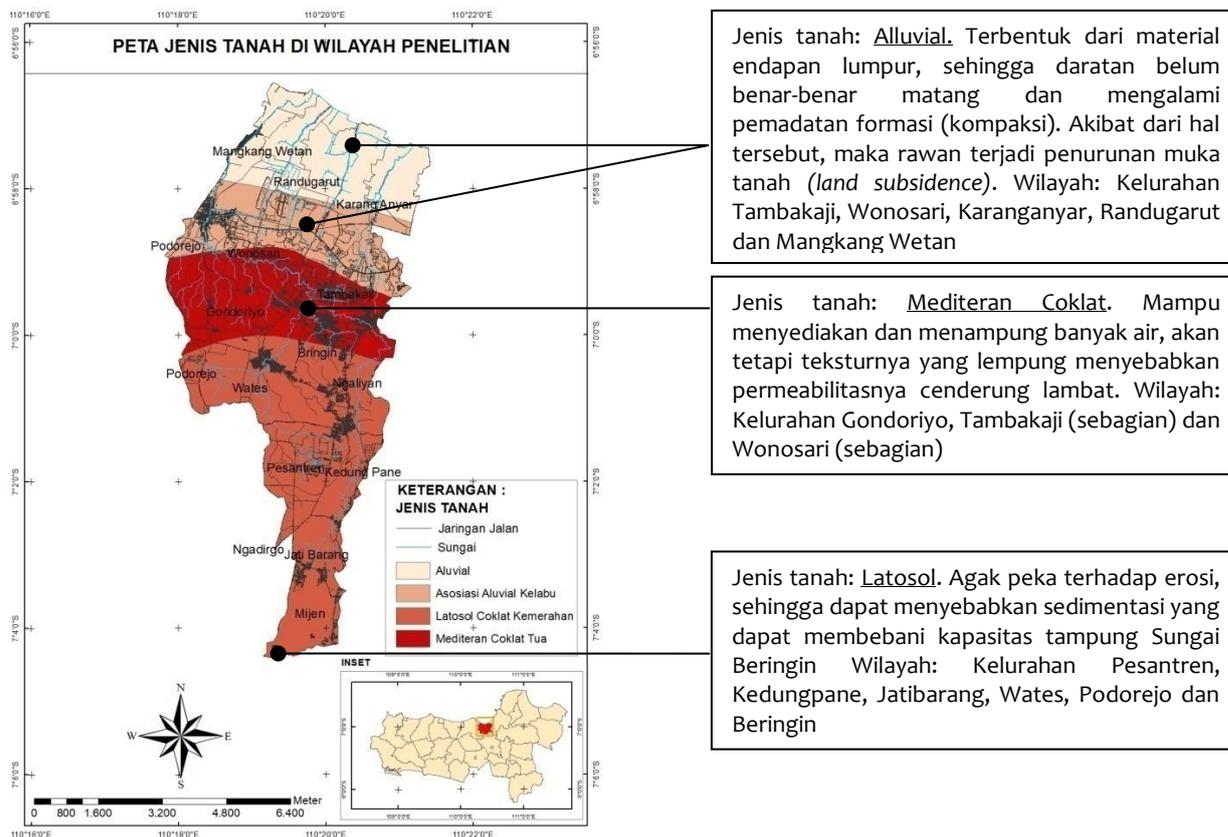
Sebagaimana teori yang dikemukakan oleh Lee (1979), banyak faktor yang menyebabkan perubahan pemanfaatan lahan di kawasan pinggiran perkotaan. Diantara faktor-faktor tersebut meliputi dukungan peraturan pemanfaatan lahan, keberadaan utilitas/sarana prasarana umum dan tingkat

aksesibilitas kawasan. Kecamatan Mijen dan Ngaliyan sebagai kawasan hulu dan peralihan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin memenuhi syarat-syarat tersebut untuk menjadikannya sebagai kawasan baru yang cepat tumbuh. Perda RTRW Kota Semarang mendukung kawasan untuk diperuntukkan sebagai pengembangan perumahan, kawasan perdagangan dan jasa serta kawasan industri. Aksesibilitas kawasan menjadi faktor penting lainnya dalam mempengaruhi perubahan pemanfaatan lahan di Kecamatan Mijen dan Ngaliyan. Adanya prasarana jaringan jalan umum yang menghubungkan pusat Kota Semarang dengan Kecamatan Mijen dan Ngaliyan menyebabkan kawasan di sekitarnya menjadi semakin ramai. Kawasan Kecamatan Mijen dan Ngaliyan semakin padat dengan dilintasinya proyek nasional jalan tol trans Jawa. Perubahan morfologi Kecamatan Ngaliyan tahun 2002-2019 diperlihatkan dalam **Gambar 2**.

3.1.2 Curah Hujan dan Jenis Tanah

Jenis Tanah

Jenis tanah suatu wilayah mempengaruhi tingkat penyerapan air hujan dan kepekaannya terhadap erosi. Sebagaimana telah dijelaskan, jenis tanah tertentu memiliki tekstur yang halus dan permeabilitas yang rendah sehingga menyulitkan air untuk meresap ke dalam tanah dan meningkatkan potensi terjadinya genangan. Jenis tanah kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Sumber : Hasil Analisis, 2020

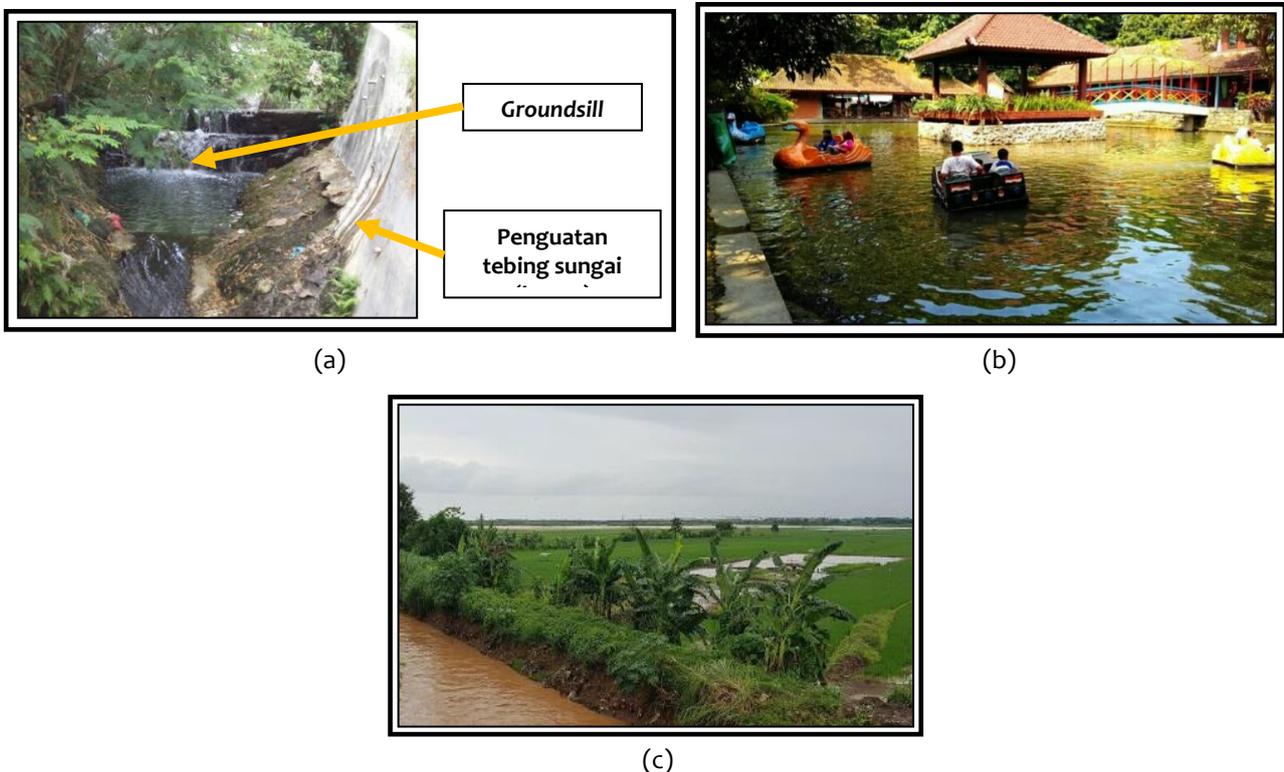
Gambar 3. Peta jenis tanah kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin

Jenis tanah yang dominan di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin adalah tanah latosol, tanah mediteran coklat dan tanah alluvial. Ketiganya memiliki sifat yang berbeda sehingga berpengaruh terhadap pemanfaatan, kondisi Sungai Beringin serta kebencanaan yang terjadi. Tanah latosol yang

dominan berada di kawasan hulu dan peralihan kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin, memiliki sifat yang peka terhadap erosi (Departemen Pekerjaan Umum, 2007). Erosi yang terjadi secara terus-menerus akan meningkatkan volume sedimentasi di badan Sungai Beringin apabila operasi pemeliharaan sungai tidak rutin dilaksanakan. Selain itu, aliran sungai dapat mengikis (abrasi) dinding sungai, sehingga dibutuhkan metode pengendalian sedimen dan mengurangi kecepatan aliran dengan membangun *groundsill*. *Groundsill* dan penguat tebing sungai terdapat di ruas Sungai Beringin yang terletak di depan kantor Kelurahan Beringin.

Tanah mediteran coklat dominan berada di kawasan peralihan dan sebagian kawasan hilir Sub Sistem Drainase Sungai Beringin. Tanah jenis ini mampu menampung dan menyediakan banyak air, sehingga di kawasan ini bisa dijumpai sumber mata air seperti Tuk Summersari dan kawasan obyek wisata Taman Lele yang berada di Kelurahan Tambakaji. Walaupun mampu menampung air, tanah mediteran coklat memiliki tekstur lempung yang memiliki sifat permeabilitas (daya serap air) yang rendah (Kurnia et al., 2006; Purnomo, n.d.). Semakin sedikit air hujan yang dapat meresap ke dalam tanah, maka akan lebih banyak aliran air yang meluncur menuju ke dalam sistem drainase. Tanah mediteran pada kawasan ini dimanfaatkan masyarakat sebagai media penanaman jagung yakni di Kelurahan Wonosari dan Gondoriyo (Dinas Pertanian Kota Semarang, 2018).

Tanah alluvial dominan berada di kawasan hilir Sub Sistem Drainase Sungai Beringin. Sifat tanah alluvial sendiri kurang peka terhadap proses penyerapan air, dimana semakin kecil daya serap air maka semakin besar potensi kerawanan banjirnya (Darmawan et al., 2017; Matondang et al., 2013). Di Kelurahan Mangkang Wetan, tanah alluvial cukup subur dan dimanfaatkan sebagai areal penanaman padi. Namun aktivitas pertanian sering terganggu oleh banjir akibat luapan Sungai Beringin. Pengaruh jenis tanah terhadap pengelolaan sumber daya perairan di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin adalah sebagaimana **Gambar 4**.

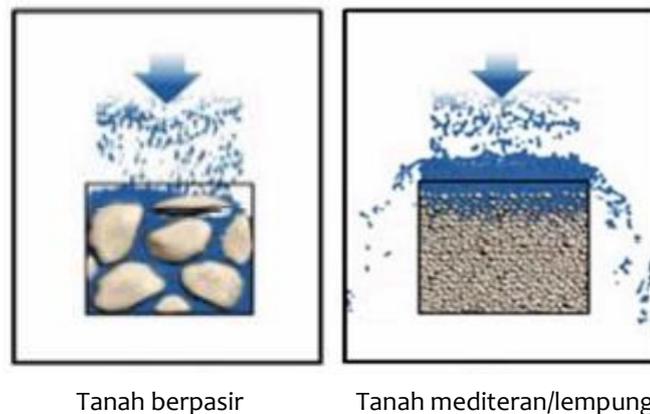


Gambar 4. (a) *Groundsill* di kawasan sub sistem drainase, (b) pemanfaatan sumber daya air di kawasan peralihan, (c) area pertanian di kawasan hilir (Survey Lapangan, 2020)

Curah Hujan

Dalam kurun waktu tahun 2010 s.d. 2018, curah hujan kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin paling besar terjadi pada tahun 2016 dan 2010. Curah hujan yang tinggi yang terjadi pada tahun 2010 menyebabkan banjir besar di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin terutama di kawasan hilir yakni Kelurahan Wonosari dan Mangkang Wetan. Curah hujan di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin kurun waktu 2010 s.d 2018 memang berfluktuasi tergantung pada kondisi meteorologi dan klimatologi serta memiliki curah hujan rata-rata sebesar 2.840 mm/tahun (Dinas PSDA TARU Prov. Jateng, 2018).

Curah hujan yang tinggi, jenis dan struktur tanah serta kondisi tutupan lahan sangat mempengaruhi besarnya aliran permukaan dari air hujan yang nantinya akan masuk ke dalam badan Sungai Beringin. Jenis tanah tertentu seperti tanah lempung (mediteran) lebih sulit menyerap air dibandingkan misalnya dengan tanah pasir, disebabkan tingkat permeabilitasnya yang lebih rendah. Struktur tanah lempung dalam tanah jenis Mediteran coklat, banyak dijumpai di kawasan Kelurahan Gondoriyo, Tambakaji dan sebagian di Kelurahan Wonosari. Sebagai gambaran perbedaan tingkat penyerapan air hujan untuk jenis tanah lempung (mediteran coklat) dan tanah berpasir dapat diperlihatkan dalam **Gambar 5**.



Gambar 5. Tingkat penyerapan air oleh tanah mediteran vs tanah berpasir (Koto & Negara, 2017)

3.1.3 Tingkat Kelerengan

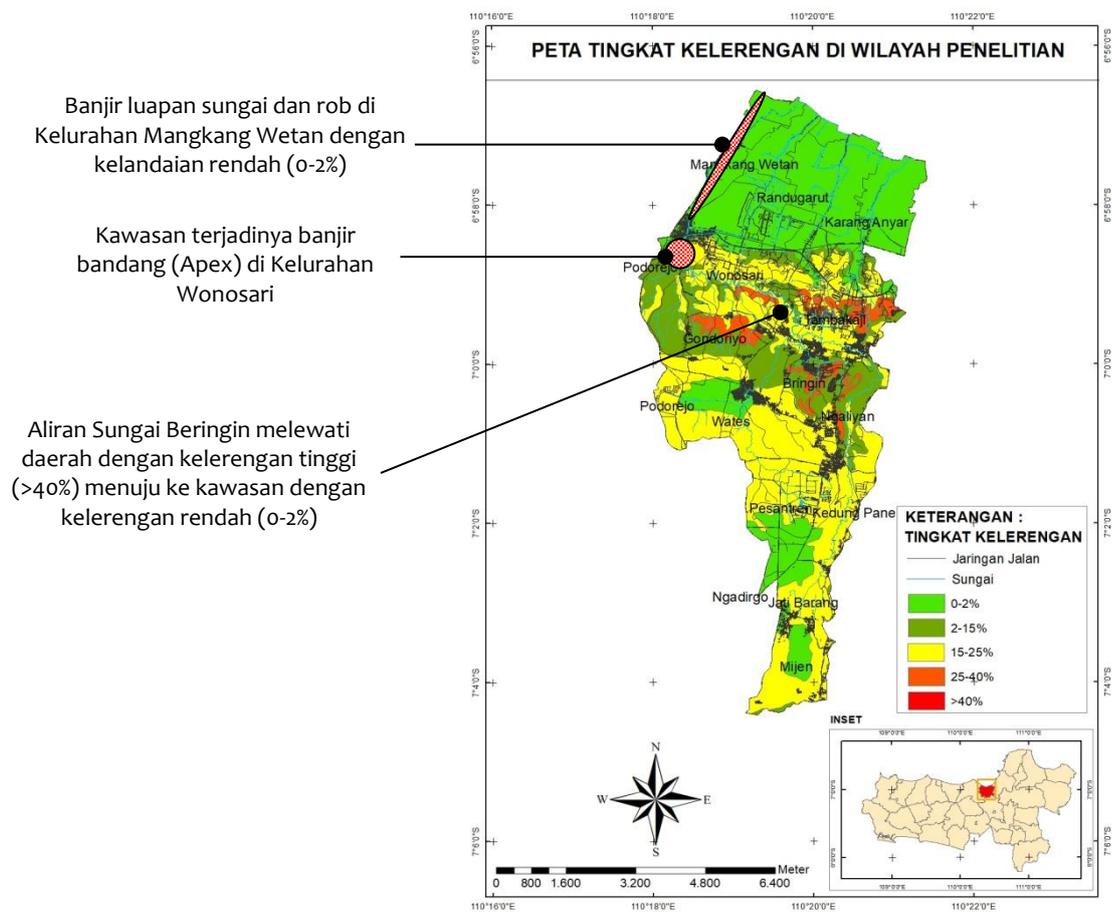
Daerah kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin dengan *slope*/kemiringan curam terdapat pada wilayah peralihan (Kecamatan Ngaliyan) yakni di Kelurahan Beringin dan Tambakaji, sedangkan pada kawasan hilir yakni di Kelurahan Wonosari dan Mangkang Wetan, kemiringan lereng relatif datar. *Slope*/kemiringan lahan menyebabkan aliran (permukaan) air Sungai Beringin menjadi meningkat sehingga menimbulkan potensi luapan air di kawasan hilir Sungai Beringin.

Kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin terbagi menjadi 2 (dua) kawasan yakni kawasan pesisir dan perbukitan dengan *slope* yang terjal (antara 0-40%) dengan batas pemisah yang pendek, menyebabkan laju alir permukaan semakin ke hilir semakin cepat dengan debit yang semakin besar disebabkan pertemuan aliran air dari beberapa anak sungai. Hal tersebut menyebabkan Kelurahan Wonosari dan Mangkang Wetan merupakan kelurahan yang paling sering terdampak banjir dikarenakan posisinya yang berada di *slope*/kemiringan lereng yang kecil.

Tingkat kelerengan juga menyebabkan tipologi banjir menjadi berbeda-beda di setiap kawasan. Kelurahan Wonosari sering terdampak banjir dengan tipologi banjir bandang dengan intensitas cepat serta menyapu lahan dengan kecepatan aliran air yang cukup besar. Ketika aliran air memasuki kawasan Kelurahan Mangkang Wetan, kecepatan aliran air menjadi melambat disebabkan kondisi kelerengan yang semakin landai dan akibat banyaknya sedimentasi yang terjadi. Disebabkan debit air yang semakin besar di kawasan Kelurahan Mangkang Wetan, banjir terjadi akibat air melampaui tanggul dan pada beberapa titik,

tanggul tidak dapat menahan debit dan laju alir (jebol) sehingga banjir memasuki kawasan permukiman dan persawahan (Suara Merdeka, 2020).

Kawasan hilir dari Sungai Beringin yang meliputi kawasan di Kelurahan Wonosari dan Mangkang Wetan, merupakan daerah dataran banjir (*floodplain area*). Kejadian banjir di kawasan ini, terjadi akibat peningkatan debit air dari kawasan peralihan (Kecamatan Ngaliyan) dan peningkatan laju alir permukaan di bawah apex. Peningkatan laju alir permukaan terjadi akibat perubahan kelandaian besar ke kelandaian yang lebih kecil (terjadi di batas atas pangkal dataran alluvial) yang terjadi di Kelurahan Wonosari. Semakin ke utara (Kelurahan Mangkang Wetan), kelandaian semakin kecil dan luas penampang Sungai Beringin semakin besar sehingga laju alir permukaan semakin melambat. Variasi kelereng kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin adalah sebagaimana **Gambar 6**.



Sumber : Hasil Analisis, 2020

Gambar 6. Tingkat kelereng kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin

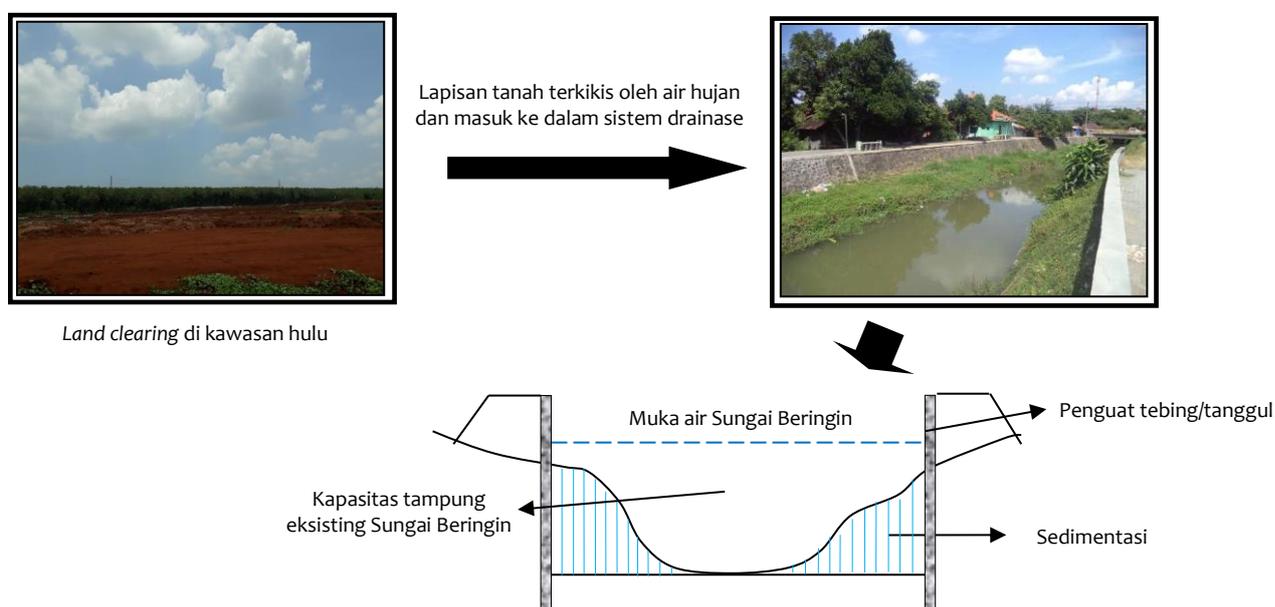
3.1.4 Erosi dan Sedimentasi

Curah hujan tertentu dan kondisi tutupan lahan di daerah hulu dan daerah peralihan kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin akan berpengaruh pada tingkat erosi yang akan berakibat pada pembentukan sedimentasi. Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, jenis tanah yang dominan berada di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin adalah tanah latosol dan mediteran coklat yang memiliki sifat cukup peka terhadap erosi. Sedimentasi juga dapat disebabkan oleh adanya geliat pembangunan infrastruktur di kawasan hulu dan peralihan akibat adanya *land clearing* sehingga terjadi pengikisan lapisan tanah yang apabila terjadi hujan, material sedimen tersebut akan turut masuk ke badan sungai dan sistem saluran drainase lainnya. Hal tersebut yang menjadikan alasan mengapa kondisi alur Sungai Beringin di

kawasan hilir (Kelurahan Wonosari dan Mangkang Wetan) terdapat banyak endapan/sedimentasi. Akibatnya, terjadi penyempitan alur sungai dan berkurangnya kapasitas penampungan air banjir sehingga daya tampung Sungai Beringin menjadi berkurang pada saat terjadi debit puncak.

Daya tampung Sungai Beringin yang semakin berkurang akibat adanya sedimentasi tentu menyebabkan kurang optimalnya kinerja Sungai Beringin dalam pengendalian volume banjir pada saat debit puncak. Hal tersebut terlihat dari hasil pengamatan lapangan kondisi alur Sungai Beringin di ruas Kelurahan Mangkang Wetan. Sedimentasi akibat pengikisan tanah di kawasan hulu dan peralihan serta material lain yang terbawa oleh aliran sungai kemudian menumpuk di kanan kiri penampang Sungai Beringin. Bahkan material hasil sedimentasi pada akhirnya ditumbuhi oleh semak-semak dan rumput.

Dibutuhkan operasi pemeliharaan daya tampung Sungai Beringin secara berkala demi menjaga kehandalan sistem drainase dalam pengendalian bencana banjir. Sedimentasi yang terjadi di ruas hilir Sungai Beringin dapat dilihat pada **Gambar 7**.



Sumber : Survey Lapangan, 2020

Gambar 7. Hubungan perubahan guna lahan, curah hujan dan sedimentasi terhadap kapasitas tampung aliran Sungai Beringin)

3.1.5 Kapasitas Drainase yang tidak memadai

Kapasitas tampung drainase dapat berkurang disebabkan oleh beberapa faktor yakni akibat sedimentasi, tumpukan sampah dan adanya bangunan yang berada di kanan kiri sempadan sungai (Douglas *et al.*, 2008; Kodoatie & Sjarief, 2010). Sedimentasi dan tumpukan sampah dapat menghambat aliran air, sehingga apabila terjadi debit puncak pada musim penghujan, air akan meluap melewati tanggul dan menimbulkan genangan banjir di lingkungan sekitar. Kapasitas drainase yang tidak memadai juga dapat disebabkan oleh perencanaan desain pada masa lalu yang kurang tepat. Hal tersebut menyebabkan kapasitas tampung sistem drainase tidak sesuai dengan kebutuhan diakibatkan debit rencana ternyata tidak dapat menampung debit aktual.

Permasalahan semakin bertambah akibat di kawasan sempadan sungai telah berdiri bangunan-bangunan permanen, sehingga rencana penambahan kapasitas drainase melalui pelebaran alur sungai dan operasi pemeliharaan sungai melalui pengerukan sedimen menjadi sulit untuk terwujud. Kondisi tersebut terjadi di ruas Sungai Beringin yang melewati Kelurahan Wates, Kecamatan Ngaliyan. Hasil pengamatan

lapangan memperlihatkan bahwa kondisi Sungai Beringin yang cukup sempit dengan lebar sungai ± 6-7 meter tidak memungkinkan untuk dilakukan penambahan lebar sungai akibat terdapat bangunan di kanan kirinya. Padahal dari hasil wawancara terhadap anggota Kelurahan Siaga Bencana (KSB) Kelurahan Wates, lokasi tersebut merupakan daerah yang rawan terjadi banjir akibat meningkatnya debit aliran sehingga meluap ke kawasan permukiman warga. Kondisi sempadan dan keberadaan sampah yang dapat mempengaruhi kapasitas Sungai Beringin diperlihatkan dalam **Gambar 8**.



Sumber : Survey Lapangan, 2020

Gambar 8. (a) Keberadaan bangunan di sempadan Sungai Beringin, (b) sampah di badan Sungai Beringin

3.2. Validasi Hasil Analisis

Validasi yang dilakukan melalui wawancara dan survey lapangan memperlihatkan hasil yang mendukung teori penyebab banjir perkotaan, dimana kondisi riil di lapangan menunjukkan gejala-gejala sebagaimana teori penyebab banjir perkotaan (lihat **Tabel 5**). Kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin berkembang menjadi pusat pertumbuhan perkotaan baru di Kota Semarang dengan arahan pengembangan sebagai kawasan perumahan, kawasan industri serta perdagangan dan jasa (Pemerintah Kota Semarang, 2011) pada akhirnya menimbulkan problematika dan menciptakan tekanan terhadap kondisi sumber daya air di kawasan tersebut. Ketidakseimbangan pengelolaan pada akhirnya menciptakan kondisi kebencanaan yakni banjir pada kawasan tersebut.

Tabel 5. Hubungan antara kajian teori/literatur, hasil analisis dan hasil validasi penyebab banjir kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin (*Hasil Analisis, 2020*)

Kajian Teori/literatur	Hasil Analisis	Validasi	Hasil Validasi
Perubahan guna lahan menyebabkan meningkatnya aliran permukaan (<i>run off</i>)	Guna lahan di daerah hulu dan peralihan kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin mengalami perubahan dari lahan non terbangun menjadi lahan terbangun	<ul style="list-style-type: none"> - Hasil pengamatan lapangan menunjukkan geliat perubahan guna lahan di Kecamatan Mijen dan Ngaliyan, sebagai contoh proyek pembangunan <i>mall uptown</i> dan kampus Unika di Kelurahan Pesantren, Kecamatan Mijen; - Hasil wawancara kepada Ketua KSB Kelurahan Wonosari: banjir di daerah hilir hampir terjadi setiap tahun dan memiliki kecenderungan meningkat secara intensitas seiring dengan pembangunan daerah hulu 	+

Kajian Teori/literatur	Hasil Analisis	Validasi	Hasil Validasi
Peningkatan curah hujan akan meningkatkan potensi terjadinya banjir. Jenis tanah tertentu memiliki karakteristik permeabilitas dan struktur yang berbeda-beda	Jenis tanah kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin: 1. Daerah hulu: tanah latosol 2. Daerah peralihan: dominan mediteran coklat dan sebagian latosol 3. Daerah hilir: dominan alluvial dan sebagian mediteran coklat	– Banjir selalu terjadi pada musim penghujan terutama pada bulan-bulan November s.d. Februari tahun berikutnya; – Hasil pengamatan pengaruh jenis tanah terhadap karakteristik dan morfologi kawasan baik alamiah maupun buatan memperlihatkan hubungan korelasi. Sebagai contoh tanah latosol yang peka terhadap erosi menyebabkan rekayasa saluran drainase menggunakan <i>groundsill</i>	+
Perbedaan kelerenghan menyebabkan perubahan percepatan aliran permukaan air	Kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin memiliki kelerenghan antara 0 s.d. >40%, dengan kawasan hulu berlokasi pada topografi atas. Semakin ke hilir kelerenghan semakin curam. Apex terbentuk di kawasan Kelurahan Wonosari	– Ketua KSB Wonosari menuturkan bahwa banjir yang terjadi di wilayahnya umumnya merupakan banjir bandang. Kejadian bencana tahun 2010, banjir datang secara tiba-tiba dengan kecepatan alir yang tinggi dan menyebabkan tingkat kerusakan yang serius terhadap aset. Banjir surut dalam waktu kurang dari 1 jam. Enam orang meninggal dunia dan ratusan rumah rusak (detik.com, 2010). – Hasil pengamatan di Kelurahan Mangkang Wetan (kelandaian 0-2%) di RW 07 terdampak banjir rob akibat pasang surut air laut. Pasang surut air laut terjadi pada perodesasi bulan purnama (Kurniawan & Septiadi, 2020).	+
Erosi dan sedimentasi menyebabkan kapasitas drainase berkurang	Curah hujan tertentu dan adanya geliat pembangunan infrastruktur di kawasan hulu dan peralihan menyebabkan pengikisan tanah yang materialnya akan masuk ke dalam sistem drainase	Hasil pengamatan lapangan memperlihatkan bahwa kondisi Sungai Beringin ruas Kelurahan Mangkang Wetan terdapat sedimen yang mengurangi kapasitas tampung sungai.	+
Banjir disebabkan oleh kapasitas drainase yang tidak memadai, salah satunya akibat kegiatan manusia	Adanya bangunan di sempadan Sungai Beringin akan mengganggu operasi pemeliharaan sungai.	Kapasitas drainase Sungai Beringin berkurang akibat adanya bangunan di sempadan sungai. Disamping itu, kebiasaan masyarakat yang membuang sampah sembarangan akan menyumbat aliran air sehingga menimbulkan kegagalan fungsi drainase (luapan). Hal tersebut terlihat pada kondisi Sungai Beringin di ruas Kelurahan Wates.	+

Keterangan: (+) Kondisi di lapangan menunjukkan gejala yang sama dengan kajian literatur

4. KESIMPULAN

Faktor penyebab banjir di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin dapat dibedakan menjadi 2 (dua), yakni faktor alam dan non alam. Faktor alam terjadinya banjir di lokasi penelitian adalah curah hujan dan jenis tanah serta tingkat kelerengan kawasan. Sedangkan faktor non alam penyebab banjir adalah adanya perubahan guna lahan dan kapasitas drainase yang tidak memadai. Erosi dan sedimentasi dapat dianggap sebagai faktor penyebab banjir yang bersumber dari alam maupun non alam. Dianggap sebagai faktor alam dikarenakan erosi dan sedimentasi merupakan proses alamiah pelapukan batuan/tanah akibat adanya curah hujan. Peningkatan aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan guna lahan semakin memperparah kondisi erosi dan sedimentasi, sehingga erosi dan sedimentasi dapat dianggap juga sebagai faktor non alam (manusia).

Faktor-faktor penyebab banjir di lokasi penelitian harus dilihat sebagai fenomena dan proses yang saling terkait satu sama lain. Urbanisasi penduduk ke kawasan hulu Sub Sistem Drainase Sungai Beringin akan menyebabkan perubahan guna lahan dari ruang terbuka menjadi kawasan terbangun. Kawasan terbangun dan jenis tanah tertentu (Mediteran/lempung) akan meningkatkan laju alir permukaan pada saat curah hujan terjadi dalam intensitas tinggi dan durasi yang lama. Tingkat kelerengan dengan batas pemisah kelerengan yang pendek, juga akan meningkatkan kecepatan aliran permukaan air ke arah hilir kawasan. Erosi dan sedimentasi akibat perubahan guna lahan dan tingkat curah hujan akan mengganggu kehandalan sistem drainase dalam menampung aliran debit puncak. Disamping disebabkan perencanaan desain sistem drainase yang kurang tepat, kehandalan sistem drainase juga terganggu akibat adanya bangunan di sepanjang sempadan sungai serta adanya kebiasaan masyarakat yang buang sampah sembarangan.

Faktor-faktor tersebut di atas menyebabkan banjir hampir terjadi setiap tahun terutama di kawasan hilir sub sistem yakni di Kelurahan Wonosari dan Mangkang Wetan. Bahkan di Kelurahan Wonosari, banjir terjadi dalam rentang 1 sampai dengan 3 kali dalam setahun. Untuk menanggulangi terjadinya banjir di masa yang akan datang, dibutuhkan usaha yang komprehensif yang melibatkan *stakeholders* terkait dalam rangka melakukan manajemen risiko banjir di kawasan Sub Sistem Drainase Sungai Beringin.

5. PERNYATAAN RESMI

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Pusat Pembinaan, Pendidikan dan Pelatihan Perencana, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional yang telah mendirikan dukungan dana penelitian serta kepada seluruh pihak terkait yang telah membantu kelancaran kegiatan penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Aryany, P. A., & Pradoto, W. (2014). Perubahan Penggunaan Lahan di Kawasan Sekitar Bukit Semarang Baru. *Jurnal Teknik PWK*, 3(1), 96–105.
- Birhanu, D., Kim, H., Jang, C., & Park, S. (2016). Flood Risk and Vulnerability of Addis Ababa City Due to Climate Change and Urbanization. *Procedia Engineering*, 154, 696–702. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.571>
- Butler, D., Ward, S., Sweetapple, C., Astaraie-imani, M., Diao, K., Farmani, R., & Fu, G. (2016). Reliable, resilient and sustainable water management: the Safe & SuRe approach. *Global Challenges*, 1–15. <https://doi.org/10.1002/gch2.1010>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2007). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. Sage publications.
- Darmawan, K., Hani'ah, & Suprayogi, A. (2017). Analisis Tingkat Kerawanan Banjir di Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Overlay dan Scoring Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 31–40.
- Departemen Pekerjaan Umum. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 41/PRT/M/2007 Tentang Pedoman Kriteria Teknis Kawasan Budidaya (2007). Indonesia.
- detik.com. (2010). Ratusan Rumah di Semarang Rusak Akibat Banjir. Retrieved from <https://news.detik.com/berita/d-1491100/ratusan-rumah-di-semarang-rusak-akibat-banjir>
- Dewi, N. K., & Rudiarto, I. (2013). Identifikasi Alih Fungsi Lahan Pertanian dan Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat

- Daerah Pinggiran di Kecamatan Gunungpati Kota Semarang. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 1(2), 175–188.
- Dhokal, K. P., & Chevalier, L. R. (2017). Managing urban stormwater for urban sustainability: Barriers and policy solutions for green infrastructure application. *Journal of Environmental Management*, 203, 171–181. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.07.065>
- Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Prov. Jateng. (2018). *Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Jawa Tengah Tahun 2018*. Semarang: Pemerintah Provinsi Jawa Tengah.
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang. (2018). *Rencana Strategis Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang Tahun 2016-2021*. Pemerintah Kota Semarang.
- Dinas Pertanian Kota Semarang. (2018). Salurkan Bantuan Benih Jagung di Poktan Kecamatan Ngaliyan. Retrieved from <https://dispertan.semarangkota.go.id/salurkan-kecamatan-ngaliyan/>
- Douglas, I., Alam, K., Maghenda, M., McDonnell, Y., McLean, L., & Campbell, J. (2008). Unjust waters: climate change, flooding and the urban poor in Africa. *Environment & Urbanization*, 20(1), 187–205. <https://doi.org/10.1177/0956247808089156>
- Halim, F. (2014). Pengaruh Hubungan Tata Guna Lahan dengan Debit Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Malalayang. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 4(1).
- Handayani, W., & Rudiarto, I. (2014). Dynamics of Urban Growth in Semarang Metropolitan – Central Java: An Examination Based on Built-Up Area and Population Change. *Journal of Geography and Geology*, 6(4), 80–87. <https://doi.org/10.5539/jgg.v6n4p80>
- Hermon, D. (2015). *Geografi Bencana Alam* (Ed. 1). Jakarta: Rajawali Pers.
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2010). *Tata Ruang Air*. (S. Nurasih & A. Saradewa, Eds.) (1st ed.). Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Koto, J., & Negara, B. (2017). Review Study on the Pros and Cons of Flood Prevention Plan during Rainy Season in DKI Jakarta. *Journal of Aeronautical*, 10(10), 1–10.
- Kurnia, U., Agus, F., Adimihardja, A., & Dariah, A. (2006). *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Buku Petunjuk Teknis Analisa Fisika Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Kurniawan, R., & Septiadi, B. (2020). Mangkang Wetan Terparah, Ketinggian Rob Capai 30 Sentimeter. Retrieved from <https://radarsemarang.jawapos.com/berita/semarang/2020/06/06/mangkang-wetan-terparah-ketinggian-rob-capai-30-sentimeter/>
- Lee, L. (1979). Factors Affecting Land Use Change at the Urban-Rural Fringe. In *Growth and Change: A Journal of Regional Development*, X(October 1979).
- Mardiansjah, F. H., Handayani, W., & Setyono, J. S. (2018). Pertumbuhan Penduduk Perkotaan dan Perkembangan Pola Distribusinya pada Kawasan Metropolitan Surakarta. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 6(3), 215–233. <https://doi.org/10.14710/jwl.6.3.215-233>.
- Matondang, J. P., Kahar, S., & Sasmito, B. (2013). Analisis Zonasi Daerah Rentan Banjir Dengan Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 2(April).
- MCI. (2017). *Panduan Penyusunan Kajian Risiko Iklim: Climate Risk Assessment (CRA)*. (A. D. Sari, N. Prayoga, & R. Sutarto, Eds.). Jakarta: Mercy Corps Indonesia.
- Moleong, L. (2002). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Mulyanto, H., Parikesit, R. N. A., & Utomo, H. (2012). *Petunjuk Tindakan dan Sistem Mitigasi Banjir Bandang*. Semarang: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Nazir, M. (2011). *Metode Penelitian* (6th ed.). Bogor: Penerbit Ghalia Indonesia.
- Nurromansyah, A. N., & Setyono, J. S. (2014). Perubahan Kesiapsiagaan Masyarakat DAS Beringin Kota Semarang dalam Menghadapi Ancaman Banjir Bandang. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 2(3), 231–244.
- Pemerintah Indonesia. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana (2007). Jakarta: Indonesia.
- Pemerintah Kota Semarang. Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 14 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang Tahun 2011-2031 (2011). Kota Semarang.
- Pemerintah Kota Semarang. Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 7 Tahun 2014 tentang Rencana Induk Sistem Drainase Kota Semarang Tahun 2011-2031 (2014). Kota Semarang.
- Purnomo, N. H. (n.d.). *Geografi Tanah*.
- Rosyidie, A. (2004). Aspek Kebencanaan Pada Kawasan Wisata. *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 15(2), 48–64.
- Rosyidie, A. (2013). Banjir: Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan. *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 24(3), 241–249.
- Sandhyavitri, A., Fauzi, M., Gunawan, H., Sutikno, S., Restuhadi, F., Amri, R., ... Riza. (2015). *Mitigasi Bencana Banjir dan Kebakaran*. (A. Sandhyavitri, Ed.). Pekanbaru: Riau: UR Press.

- Suara Merdeka. (2020). Tanggul Jebol Perlu Penanganan Cepat. Retrieved from <https://www.suaramerdeka.com/index.php/smcetak/baca/216400/e-paper>
- Sudirman, Sutomo, S. T., Barkey, R. A., & Ali, M. (2014). Faktor-faktor yang mempengaruhi banjir/genangan di kota pantai dan implikasinya terhadap kawasan tepian air. In *Seminar Nasional Space* (pp. 141–157).
- Sweya, L. N., Wilkinson, S., & Chang-Richard, A. (2018). Understanding Water Systems Resilience Problems in Tanzania. *Procedia Engineering*, 212(2017), 488–495. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.063>
- Wahyuningtyas, A., Pahlevari, J. E., Darsono, S., & Budienny, H. (2017). Pengendalian Banjir Sungai Bringin Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(3), 161–171.
- Waskitaningsih, N. (2012). Kearifan Lokal Masyarakat Sub-Sistem Drainase Bringin Dalam Menghadapi Banjir. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 8(4), 383–391.