

**Pendekatan Hidrologi Perkotaan untuk Mengatasi
Permasalahan Urbanisasi**



UNIVERSITAS GADJAH MADA

**Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada
Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada**

**Diucapkan di depan Rapat Terbuka Majelis Guru Besar
Universitas Gadjah Mada**

pada tanggal 7 September 2023

di Yogyakarta

Oleh: Prof.Dr. Slamet Suprayogi, M.S.

Bismillahirrahmanirrahiim

Yang saya hormati,

Ketua, Sekretaris, dan Anggota Majelis Wali Amanat UGM,

Ketua, Sekretaris, dan Anggota Majelis Guru Besar UGM,

Ketua, Sekretaris, dan Anggota Senat Akademik UGM,

Rektor dan para Wakil Rektor UGM,

Para dekan fakultas, ketua lembaga dan pusat studi di lingkungan UGM,

Para dosen, tenaga kependidikan dan mahasiswa UGM, khususnya Fakultas Geografi,

Para undangan, tamu, teman sejawat, hadirin sekalian dan segenap sanak keluarga yang berbahagia,

Assalamu 'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh

Pertama-tama perkenankanlah saya memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah yang Maha Pengasih dan Penyayang karena limpahan berkah dan rahmat-Nyalah, pada hari ini saya dapat menyampaikan Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Hidrologi pada Departmen Geografi Lingkungan, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada. Saya menyampaikan ucapan terima kasih kepada Pemerintah Republik Indonesia yang telah memberikan kepercayaan kepada saya, melalui Petikan Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia No.19868/MPK.A/KP.05.01/2022, dengan mengangkat saya menjadi Guru Besar sejak tanggal 1 Maret tahun 2022.

Pada kesempatan yang sangat baik ini, saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kehadiran Bapak/Ibu sekalian dan kesediaannya untuk mengikuti upacara ini. Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati saya akan menyampaikan pidato dengan judul:

Pendekatan Hidrologi Perkotaan untuk Mengatasi Permasalahan Urbanisasi

Hadirin yang saya hormati

Pidato ini akan membahas tentang hidrologi daerah perkotaan, terutama membahas tentang dampak perkembangan kota terhadap karakteristik hidrologi. Pembahasan tentang

daerah terbangun di daerah urban, berupa bangunan gedung untuk kegiatan ekonomi, dan fasilitas umum berupa tempat parkir, serta jalan jalan yang berdampak pada siklus hidrologi di perkotaan. Urbanisasi mempunyai pengaruh yang besar terhadap kondisi hidrologi di daerah perkotaan, termasuk peningkatan kebutuhan air bersih dan peningkatan volume limbah domestik.

Pemilihan judul pidato tersebut mendasarkan pada fakta semakin berkembangnya kota kota di seluruh Indonesia, dimana berkembang kota kota di Indonesia menjadi kota kota yang megah dengan bangunan bangunan modern. Namun, disisi lain terdapat permasalahan tentang air, yakni terjadi banjir yang mengakibatkan penggenangan pada pemukiman, perkantoran, dan jalan jalan utama yang dapat mengganggu kegiatan di perkotaan. Banjir di daerah perkotaan dapat membawa serangkaian kontaminan termasuk logam berat, dan limbah domestik nitrat dan fosfor. Kerugian banjir daerah perkotaan tentu membawa dampak perekonomian pada daerah perkotaan. Urbanisasi yang meningkat di berbagai kota di Indonesia, meningkatkan kebutuhan air domestik diikuti pula peningkatan volume limbah domestik. Kebutuhan air bersih yang meningkat, menyebabkan pemanfaatan air tanah yang meningkat pula. Pemanfaatan airtanah yang berlebihan dapat mengakibatkan penurunan muka tanah (*subsidence*). Di kota kota pesisir pemanfaatan air tanah yang berlebihan mengakibatkan intrusi air laut ke dalam sistem air tanah tawar. Kondisi ini akan mengganggu ketersediaan air bersih di wilayah perkotaan pesisir.

Urbanisasi dan Hidrologi Perkotaan

Secara populer urbanisasi diartikan sebagai perpindahan penduduk dari pedesaan menuju perkotaan. Namun, sesungguhnya arti tersebut tidaklah seluruhnya benar . Pengertian urbanisasi yang sesungguhnya adalah peningkatan proporsi penduduk yang tinggal di perkotaan (*urban area*). Perkotaan (*urban area*) tidak sama artinya dengan kota (*city*). Yang dimaksud dengan perkotaan (*urban*) adalah daerah atau wilayah yang memenuhi 3 persyaratan yaitu:1) kepadatan penduduk 500 orang atau lebih perkilometer persegi, 2) jumlah rumah tangga yang bekerja di sektor pertanian sebesar 25 persen atau kurang, dan 3) memiliki delapan atau lebih jenis fasilitas perkotaan (Scott, 2008. Hidayati, 2018,

Hidayat,2020) . Istilah urbanisasi sering pula diartikan sebagai tingkat konsentrasi penduduk perkotaan dilihat dari persentase penduduk di wilayah tersebut terhadap jumlah penduduk suatu daerah, misalnya provinsi atau negara. Urbanisasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu pertumbuhan alami (selisih antara kelahiran dan kematian) penduduk perkotaan, migrasi penduduk dari perdesaan ke perkotaan, serta perubahan klasifikasi daerah perkotaan (Knox & McCarthy, 2005).

Pertumbuhan kota (*urban growth*) merupakan akibat dari urbanisasi,yaitu meningkatnya jumlah penduduk di perkotaan. Proses migrasi terjadi sebagai akibat dari adanya perbedaan tempat dalam bentuk ekonomi, sosial, politik, demografi, geografi, lingkungan, dan sebagainya. Sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa faktor utama individu melakukan migrasi adalah karena faktor ekonomi (Hidayati,2018), dengan demikian urbanisasi akan sangat mempengaruhi pertumbuhan kota baik dari segi bentuk maupun fungsinya, dikarenakan peningkatan pertumbuhan penduduk perkotaan akan menimbulkan berbagai permasalahan serta membawa konsekuensi dalam segala aspek kehidupan di perkotaan (Hidayat, 2020).

Fenomena urbanisasi telah menjadi perhatian para perencana dan pembuat kebijakan selama beberapa dekade terakhir. Kecenderungan yang terjadi dalam perkembangan kota-kota di negara-negara dunia, termasuk Indonesia, adalah adanya pertumbuhan penduduk yang begitu pesat, yang seringkali tidak lagi dapat diantisipasi oleh daya dukung kota secara layak, terutama dalam hal penyediaan fasilitas-fasilitas kehidupan bagi warganya. Pesatnya pertumbuhan penduduk kota di samping terjadi karena pertumbuhan yang bersifat alami, terutama juga disebabkan oleh arus urbanisasi. Meningkatnya arus urbanisasi tersebut diikuti banyaknya pusat-pusat perekonomian yang dibangun di daerah perkotaan, terutama dalam bidang industrialisasi. Banyak kota besar yang dalam kenyataannya tidak mampu lagi menyediakan pelayanan sanitasi, kesehatan, perumahan, transportasi, dan lapangan kerja lebih dari yang minimal kepada sebagian penduduknya.

Definisi perkotaan masih sangat kabur dan kurang dalam literatur ilmiah dan telah disesuaikan dalam berbagai konteks politik, sosial dan ekonomi. MacGregor-Fors (2011) menyoroti berbagai penggunaan wilayah perkotaan kaitannya terhadap kepadatan penduduk, populasi , dan keberadaan struktur tertentu seperti perumahan/sekolah, permukaan kedap air persentase kegiatan ekonomi non-pertanian. McCray and Boving (2007) menyoroti kebutuhan

untuk definisi yang lebih bijaksana dari hidrologi perkotaan yang mencakup fokus yang lebih luas pada hidrologi fisik dan kimia serta lingkungan perkotaan.

Hadirin yang saya hormati

Perubahan fisik wilayah akibat perkembangan wilayah berpengaruh terhadap karakteristik hidrologi pada wilayah tersebut. Kalau wilayah tersebut berubah menjadi daerah perkotaan, maka perubahan tersebut membawa pengaruh yang besar terhadap karakteristik hidrologinya. Wilayahnya berubah menjadi wilayah yang berbeda dengan kondisi awal (protean), karakteristik hidrologinya dikatakan hidrologi perkotaan (Jiao, *et al.* 2015., Jiang *et al.*, Klungniam, C. 2016).

Hidrologi perkotaan adalah cabang hidrologi yang berhubungan dengan pergerakan air di dalam dan sekitar kota. Penting untuk memahami hidrologi perkotaan karena memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kesehatan dan kesejahteraan penduduk perkotaan. Ketika kota-kota menjadi semakin padat penduduknya, jumlah air yang digunakan oleh populasi ini bertambah, yang menyebabkan penggunaan air berlebihan sehingga mengakibatkan penipisan sumber air. Hidrologi perkotaan dapat membantu meningkatkan keberlanjutan kota dengan memahami bagaimana masyarakat menggunakan dan berinteraksi dengan lingkungannya dalam hal pengelolaan air (Suprayogi *et al.* 2021). Dengan memahami bagaimana kepadatan penduduk memengaruhi penggunaan dan ketersediaan air, dapat dikembangkan strategi untuk mengelola sumber daya ini secara lebih efisien dan berkelanjutan untuk generasi mendatang. Hidrologi perkotaan adalah kasus khusus hidrologi yang diterapkan untuk kota-kota, yaitu daerah dengan tingkat campur tangan manusia yang sangat tinggi dengan proses alam. Semua sub-proses hidrologi di daerah perkotaan harus dipertimbangkan dalam skala temporal dan spasial yang jauh lebih kecil daripada di daerah pedesaan.

Kota-kota menjadi semakin rentan terhadap banjir karena pertumbuhan populasi dan urbanisasi. Kunci untuk mencegah kerusakan akibat banjir adalah memahami hidrologi suatu kota (Suprayogi *et al.* 2022). Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari air dan pergerakannya, distribusi, dan kualitasnya di suatu area. Ini membantu memahami bagaimana air mengalir melalui kota, bagaimana pengaruhnya terhadap sistem pembuangan limbah rumah tangga, dan bagaimana hal itu dapat dikelola untuk pencegahan banjir yang lebih baik. Dengan mempelajari hidrologi kota, dapat diidentifikasi daerah yang rentan terhadap banjir dan mengembangkan

strategi untuk mengurangi kerusakan akibat banjir. Pengetahuan hidrologi kota dapat digunakan untuk memperbaiki sistem pembuangan limbah rumah tangga untuk mencegah kontaminasi sumber air minum. Memahami hidrologi kota sangat penting untuk menciptakan lingkungan yang aman dan berkelanjutan untuk generasi mendatang (Suprayogi, *et al.* 2022).

Hidrologi kota merupakan topik diskusi yang penting karena berkaitan dengan pengelolaan sumber daya di dalam kota. Ini termasuk pengumpulan, penyimpanan, dan distribusi air untuk keperluan rumah tangga. Ini juga melibatkan penanganan limbah rumah tangga dan perencanaan potensi banjir di kota. Dengan memahami bagaimana kota mengelola sumber daya airnya, dapat merencanakan potensi bencana dengan lebih baik dan menciptakan solusi yang efektif untuk mengurangi dampak banjir pada komunitas kota.

Hidrologi perkotaan akan memiliki peran yang semakin besar untuk dimainkan dalam keberlanjutan pembangunan. Populasi perkotaan tumbuh dengan kecepatan yang semakin cepat secara bersamaan. Sumber pasokan air berkurang atau tetap konstan dalam kuantitas tetapi menurun kualitasnya. Pertumbuhan kawasan perkotaan membawa perubahan yang signifikan pada sifat fisik permukaan tanah. Peningkatan luas permukaan perkerasan tanah mengakibatkan infiltrasi menurun, dan limpasan permukaan dipercepat. Penyaluran aliran alami menghasilkan limpasan yang cepat dengan arus puncak yang tinggi (Sangati *et al.* 2015., Klungniam. 2016).

Hadirin yang saya hormati

Ruang kota terus berkembang untuk mengakomodasi pertumbuhan populasi global, tetap ada kebutuhan nyata untuk mengukur dan mengkualifikasikan dampak ruang kota terhadap proses alam. Perluasan wilayah perkotaan global telah mengakibatkan perubahan nyata pada proses alam, kualitas lingkungan dan konsumsi sumber daya alam. Lanskap perkotaan mempengaruhi infiltrasi dan evapotranspirasi. Permukaan kedap air memperburuk proses limpasan, sedangkan limpasan dari daerah lolos air tetap tidak pasti karena dinamika variabel infiltrasi (McCray and Boving. 2007, Rodriguez *et al.* 2015). Semakin banyak hubungan antara siklus hidrologi alami dan siklus air rekayasa yang dibuat. Lanskap perkotaan menjadi tuan rumah bagi rangkaian kontaminan yang berdampak pada kualitas air. Kontaminan baru terus menimbulkan tantangan baru bagi pemantauan dan pengolahan. Tinjauan ini berusaha untuk

menilai kemajuan besar dan tantangan yang masih ada dalam bidang hidrologi perkotaan yang terus berkembang (McGrane, 2016)

Disiplin hidrologi perkotaan masih relatif muda, menjadi semakin relevan di dunia yang telah mengalami pertumbuhan penduduk yang pesat, dan berbagai dinamika pertumbuhan perkotaan di seluruh dunia (Jacobson & Delucchi 2011). Penilaian respon skala daerah tangkapan terhadap pembangunan perkotaan, berusaha untuk mengidentifikasi dampak pembangunan perkotaan bagian hulu pada kondisi hidrologis daerah hilir, termasuk dinamika kualitas air. Di negara berkembang, pertumbuhan perkotaan terus terjadi dalam skala spasial yang besar, seringkali dengan seluruh kota yang dibangun dalam waktu singkat. Sebaliknya, pembangunan perkotaan di negara maju terjadi pada skala lokal, dengan bangunan individu atau perumahan kecil yang khas, sebagian dibantu oleh kemajuan teknologi yang memberikan wawasan tentang perubahan dinamika dalam lingkungan perkotaan (Foresti, *et al* 2016). Sebuah ukuran universal untuk mengukur ekspansi perkotaan, tetap sulit dipahami dan terminologi perkotaan tetap sangat berbeda, mempengaruhi ruang lingkup untuk analisis komparatif (MacGregor-Fors 2011). Beberapa studi telah membahas ekspansi perkotaan, menggunakan beberapa ukuran mulai dari total populasi dan kepadatan penduduk hingga total atau efektif area kedap air sebagai pendorong dinamika hidrologi, meskipun ukuran komprehensif ruang kota tetap sulit dipahami.

Dampak Perkembangan Wilayah terhadap Karakteristik Hidrologi

Hadirin yang saya hormati

Lanskap perkotaan memiliki dampak yang dapat dibuktikan pada dinamika meteorologi dan hidrologi. Sifat termal buatan dan peningkatan materi partikulat dari daerah perkotaan berdampak pada curah hujan yang terjadi, dan meningkatkan curah hujan konvektif (Shiraki and Shigita 2013). Perluasan ruang kota menghasilkan peningkatan lanskap kedap air dan perluasan jaringan drainase buatan yang dapat memfasilitasi perubahan pada besaran. Jalur dan waktu limpasan pada berbagai skala, dari bangunan individu hingga pembangunan yang lebih besar. Struktur bangunan individu, dapat mengubah curah hujan menjadi limpasan dan sifat saling berhubungan dari permukaan lolos air dan kedap air, berdampak pada efektivitas drainase permukaan selama kejadian hujan. Secara tradisional, hidrologi perkotaan telah

berusaha untuk memisahkan aliran infrastruktur dari analisis hidrologi alami, meskipun jaringan yang tidak efisien dan rusak dapat menyebabkan masuknya tambahan air dan kontaminan ke sistem alami yang mempengaruhi siklus alami (Nienczynowicz, J. 1999)

Urbanisasi pada dasarnya mengubah proses alam yang mengarah pada degradasi lingkungan, seperti mengubah daerah resapan menjadi daerah pemukiman dengan permukaan yang kedap. Peningkatan pesat pada permukaan kedap air seperti beton dan infrastruktur buatan manusia, meningkatkan limpasan permukaan dan banjir perkotaan. Masalah yang paling umum melibatkan daerah yang sebelumnya, dapat dengan mudah merembes air diubah menjadi daerah kedap air. Banyak daerah resapan air tanah telah diubah menjadi pemukiman dan fasilitas lainnya, seperti jaringan jalan, yang terbuat dari aspal, semen atau paving block. Proses urbanisasi ini tentunya mempengaruhi respon hidrologis wilayah tersebut. Wilayah perkotaan yang menghadapi perubahan akan mempengaruhi karakteristik hidrologisnya dan akan menyebabkan risiko limpasan dan banjir yang lebih tinggi. Air limpasan yang berasal dari pemukiman padat juga mengandung bahan pencemar, selanjutnya kualitas air akan berubah akibat pencemaran air (Suprayogi *et al*, 2019). Seiring dengan perkembangan urbanisasi, peningkatan limpasan langsung akibat perubahan penggunaan lahan menjadi tantangan utama bagi sistem hidrologi perkotaan .

Pertumbuhan penduduk yang diikuti oleh pertumbuhan ekonomi, merupakan isu utama yang bersifat mendasar dan komprehensif. Tingginya pertumbuhan penduduk, akan diikuti oleh meningkatnya kebutuhan mendasar bagi manusia yaitu makanan dan tempat tinggal. Hal ini akan memicu alih fungsi lahan, yang semula merupakan lahan non pemukiman, baik lahan produktif maupun konservatif beralih fungsi menjadi lahan pemukiman. Meningkatnya kawasan terbangun dan perkembangan kota akan meningkatkan pula proporsi jumlah aliran permukaan terhadap jumlah total aliran. Peningkatan proporsi aliran permukaan ini akan diikuti dengan menurunnya infiltrasi ke dalam tanah.

Tingginya limbah produksi dari kegiatan ekonomi akan berdampak besar bagi keberadaan sumberdaya air. Peningkatan aktivitas ekonomi yang tidak diikuti dengan kesadaran pengelolaan limbah akan membahayakan sumberdaya air. Meningkatnya aliran permukaan berarti mengurangi infiltrasi yang dapat menurunkan ketersediaan airtanah. Airtanah merupakan sumber air bersih utama yang dinilai lebih baik secara kualitas maupun kuantitas dibandingkan dengan air permukaan.

Limbah domestik yang tidak mendapatkan perawatan dan pengelolaan merupakan ancaman utama terhadap kualitas sumberdaya air, baik airtanah maupun air permukaan (Suprayogi *et al.* 2019).

Ada keterkaitan antara populasi dan degradasi lingkungan, ketika bantaran sungai semakin terisi, disinyalir akan mempengaruhi perilaku masyarakat yang mendiaminya. Misalnya, mereka cenderung membuang air limbah domestik yaitu, dari mencuci, memasak, dan mandi langsung ke sungai. Jika berkepanjangan, praktik ini dapat memperburuk kualitas lingkungan perairan dan menambah tekanan pada kapasitas sungai. Selain pencemaran air, sungai ini dihadapkan pada masalah penyempitan alur sungai yang pada akhirnya menyebabkan seringnya banjir karena air hujan tidak tertampung oleh kapasitas saluran (Suprayogi *et al.* 2019).

Perubahan dalam proses hidrologi alami yang dipengaruhi oleh perubahan iklim global dan ekspansi perkotaan yang cepat merupakan isu penting di bidang hidrologi perkotaan. Untuk memahami aturan perkembangan siklus air perkotaan, perlu mengkaji perkembangan hidrologi perkotaan, dan mengungkap mekanisme respons proses hidrologi di lingkungan perkotaan. Disamping itu, perlu dikaji pengaruh urbanisasi pada rezim hidrologi, termasuk siklus hidrologi dan pengelolaan sumber daya air, kualitas air dan lingkungan, serta ekosistem air. Ada kemajuan signifikan baru-baru ini, dalam pengukuran dan pemodelan respons hidrologi terhadap ekspansi perkotaan, dengan menerapkan teknologi seperti eksperimen dan model hidrologi. Meskipun sudah banyak kemajuan, masih banyak tantangan baru dalam hidrologi perkotaan, terutama dalam lingkungan yang berubah, yang memaksakan persyaratan untuk memastikan bahwa pembangunan perkotaan yang berkelanjutan dapat beradaptasi dan tahan terhadap perubahan. Penelitian lebih lanjut banyak dilakukan tentang respons dinamika spatio-temporal curah hujan perkotaan, penyebab badai ekstrem perkotaan, kuantifikasi efek urbanisasi terhadap respons hidrologi dan ekosistem air, serta pengelolaan air perkotaan. Hidrologi perkotaan akan memainkan peran penting dalam mengatasi tantangan ini, untuk mendukung landasan ilmiah untuk membangun kota ramah lingkungan dan memastikan keamanan air bagi kota

Ahli hidrologi perkotaan semakin berfokus pada implikasi kualitas air dari perluasan wilayah perkotaan dan telah berusaha menemukan cara untuk mengurangi risiko degradasi pada badan air dan habitatnya di aliran sungai. Limpasan permukaan perkotaan dapat membawa serangkaian kontaminan termasuk logam berat, nutrisi utama misalnya natrium, nitrat dan fosfor, sampah dan residu dari jalan. Upaya yang lebih baru telah membahas sumber, fluks, dan polutan yang lebih kompleks seperti kontaminan mikroba, bahan kimia sintetis, pestisida dan obat-

obatan. Di negara berkembang, masih ada ancaman yang cukup besar dari pembuangan air limbah yang tidak diolah langsung ke sungai alami, yang menunjukkan dampak besar pada integritas perairan.

Lahan yang porus pada berbagai penggunaan lahan seperti hutan, lahan basah, dan padang rumput memungkinkan untuk menyaring air hujan yang masuk ke dalam tanah. Lahan yang kedap air seperti jalan raya, tempat parkir, dan atap menghalangi hujan dalam proses infiltrasi, atau perendaman ke dalam tanah. Sebagian besar curah hujan tetap di atas permukaan, di mana ia mengalir dengan cepat. Sistem saluran pembuangan hujan lebat terkonsentrasi pada saluran (*McCray and Boving. 2007*). Limpasan ini semakin besar semakin besar pula kecepatan dan kekuatan erosi saat bergerak di atas permukaan tanah. Saat limpasan semakin membesar, volumenya berlebihan dan kekuatan menjadi semakin besar. merusak vegetasi tepi sungai dan menghilangkan habitat perairan. Limpasan yang besar membawa sedimen berasal dari lahan yang terbuka dan terkikisnya tebing-tebing sungai. Terdapat peningkatan suhu air beasal dari jalan, atap, dan tempat parkir, yang berbahaya bagi kesehatan dan reproduksi kehidupan air.

Hadirin yang saya hormati

Di negara maju, ada gerakan yang berkembang untuk memperlakukan air hujan sebagai sumber daya terbarukan, bukan hanya gangguan atau bahaya. Praktik pengelolaan berkelanjutan dan strategi desain perkotaan yang semakin peka, terhadap air sedang diterapkan untuk mengurangi dampak peristiwa pluvial di kawasan perkotaan (*Gwenzi, W, and G Nyamadzawo, G. 2014*). Untuk membantu menciptakan kawasan yang meniru dinamika pra-pembangunan dan mendorong pengembangan ekosistem, dan memberikan kemudahan bagi penduduk perkotaan, strategi seperti itu tidak hanya diterapkan secara luas dalam pembangunan perkotaan baru, tetapi juga diterapkan pada skala bangunan individu.

Perubahan tanah perkotaan dapat menghalangi atau menghambat proses alami seperti infiltrasi dan aliran, mengakibatkan peningkatan genangan atau limpasan. Pemadatan tanah dari kegiatan konstruksi di Florida utara mengurangi tingkat infiltrasi dari 70% menjadi 99% di area pengembangan berdampak rendah (*Gregory et al. 2006*). Sebaliknya, ruang hijau yang telah berkembang dari lahan pribadi mempengaruhi pada pengembangan area sekitarnya. Penggalian untuk layanan dan konstruksi area beraspal, bangunan kecil dan bangunan terkait dengan

infrastruktur. Dalam kasus seperti itu, tanah yang terbentuk secara alami dipengaruhi oleh pemadatan, pencampuran selama penggalian, penghilangan struktur makropori dan penambahan kandungan buatan seperti batuan dan puing-puing dari konstruksi yang berdekatan, mengubah dinamika dan perilaku hidrolik. Lebih jauh lagi, ruang hijau rekreasi sering kali dibangun dengan struktur drainase buatan untuk mencegah kejenuhan tanah dekat permukaan dan genangan air. Dalam kedua kasus tersebut, perilaku hidrologis ruang hijau biasanya sangat berbeda dari lingkungan alami, karena dinamika spasial dan temporal infiltrasi dan transfer bawah permukaan, yang dihasilkan hanyalah artefak modifikasi antropogenik daripada lahan yang belum dikembangkan, seperti yang sering dipertimbangkan (Heidari, *et al.* 2021).

Banjir merupakan masalah utama bagi daerah perkotaan yang dapat menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan. Tidak hanya menimbulkan kerusakan harta benda dan infrastruktur, tetapi juga menimbulkan ancaman bagi keselamatan dan kesehatan masyarakat. Kebutuhan akan perbaikan sistem drainase dan sanitasi lingkungan yang lebih baik, untuk mencegah banjir menjadi hal yang krusial di perkotaan, terutama yang berisiko terkena dampak cuaca ekstrim (Miller, James., and Hutchins. 2017). Untuk mengurangi risiko banjir, perlu ada rencana pengelolaan yang tepat yang diterapkan oleh badan pemerintah dengan fokus pada partisipasi dan keterlibatan masyarakat. Ini termasuk mengumpulkan data yang akurat mengenai risiko banjir, mengembangkan rencana evakuasi yang efektif, menciptakan infrastruktur yang dapat menyerap dan menahan kelebihan air seperti atap hijau dan trotoar berpori, serta mendidik masyarakat tentang bagaimana mereka dapat mengambil tindakan dengan inisiatif sederhana seperti memanen atau menyimpan air hujan. saluran air jalan bersih (MacGregor F., I, and Schondube. 2011).

Banjir perkotaan di berbagai kota merupakan masalah yang sangat nyata dan mempengaruhi kehidupan banyak orang. Dengan drainase dan sanitasi lingkungan yang tidak memadai, masyarakat yang tinggal di daerah perkotaan yang padat penduduk menghadapi risiko kejadian banjir yang lebih tinggi (Paquier, et al.2015). Meskipun demikian, ada banyak kasus di mana masyarakat bersatu untuk secara kolaboratif mengurangi dampak banjir di lingkungan mereka. Mulai dari membangun sistem drainase hingga melindungi rumah dari banjir yang meningkat hingga mendidik masyarakat tentang cara bersiap menghadapi banjir di masa depan.

Banyak contoh inspiratif dari inisiatif yang diambil oleh individu dan organisasi untuk membrante melindungi mereka yang terkena dampak.

Hadirin yang saya hormati

Pencemaran merupakan salah satu masalah lingkungan yang paling mendesak di perkotaan saat ini. Hal ini disebabkan tingginya tingkat kegiatan ekonomi dan kepadatan limbah domestik yang dihasilkan oleh penduduk yang tinggal di daerah perkotaan. Tingkat keparahan masalah ini selanjutnya dibuktikan dengan fakta, bahwa hal itu tidak hanya mempengaruhi lingkungan. Tetapi juga berdampak langsung pada kesehatan dan kesejahteraan (McGrane 2016). Secara khusus, polusi udara yang disebabkan oleh emisi dari kendaraan, pabrik, pembakaran bahan bakar fosil, dan sumber lainnya, dapat menyebabkan penyakit pernapasan serius bahkan dapat menyebabkan kematian dini. Untuk mengatasi ancaman yang semakin meningkat terhadap kesehatan masyarakat ini, penting bagi pemerintah untuk mengambil pendekatan komprehensif untuk membatasi polusi udara di daerah perkotaan melalui praktik pengelolaan limbah yang lebih baik dan mengurangi emisi dari sumber seperti kendaraan.

Kehadiran pabrik-pabrik kecil dan pabrik-pabrik besar juga menambah masalah ini melalui polusi udara dan air, yang mengakibatkan tingkat pencemaran udara dan air yang berbahaya. Akibatnya, warga semakin peduli dengan masalah kesehatan dan keselamatan mereka dan kota-kota harus menerapkan peraturan yang lebih ketat tentang emisi industri (Gwenzi and George 2014). Kebutuhan akan sistem dan sumber daya yang lebih efisien untuk mengelola polusi perkotaan menjadi semakin nyata seiring dengan pertumbuhan populasi di kota yang terus meningkat. Volume limbah yang dihasilkan oleh kegiatan rumah tangga telah menjadi masalah yang sangat parah, sehingga sulit bagi pemerintah daerah untuk mengontrol tingkat polutan yang dilepaskan ke atmosfer.

Kajian hidrologi perkotaan sebagai alternatif mengatasi permasalahan dampak urbanisasi

Hadirin yang saya hormati

Urbanisasi merupakan aspek penting dari aktivitas manusia yang mempengaruhi lingkungan. Selama proses urbanisasi perubahan penggunaan lahan dan wilayah alam yang luas dan lahan pertanian diubah menjadi kawasan terbangun. Perubahan ini mempengaruhi atmosfer

dan lingkungan hidrologi. Dampak hidrologis kemudian mencakup efek dari perubahan tersebut pada drainase alami, limpasan, air tanah, sedimen, kualitas air, kebutuhan air. Diantaranya masalah hidrologi yang terkait dengan urbanisasi adalah tuntutan yang terus meningkat kebutuhan air untuk berbagai kegunaan. Perubahan lingkungan fisik yang mengubah keseimbangan air, dan pembuangan limbah yang dapat mencemari sungai dan air tanah (Heidari *et al.* 2021).

Pertumbuhan kawasan perkotaan mengakibatkan perubahan yang signifikan pada sifat fisik lahan permukaan. Peningkatan limpasan permukaan pada akhirnya akan menghasilkan perubahan sistem hidrologi. Pengaruh urbanisasi tidak hanya mempengaruhi manusia tetapi pada waktu yang sama mempengaruhi ekosistem, badan air. Perubahan penggunaan lahan adalah fenomena utama yang terjadi akibat urbanisasi. Variabel utama yang dipertimbangkan adalah ketahanan dan kepadatan penduduk karena lahan telah banyak berubah (Miller and Hutchins. 2017). Urbanisasi merupakan tren global dengan dampak lingkungan yang cukup besar, terutama siklus hidrologi. Dalam hal ini, pengelolaan air hujan telah menjadi target utama pembangunan kota berkelanjutan. Dibutuhkan informasi yang berkaitan dengan interaksi antara proses urbanisasi dan atribut hidrologi, baik dalam skala temporal dan spasial, untuk memahami dalam kaitannya dengan aktivitas di pusat kota.

Urbanisasi memberikan kontribusi yang signifikan terhadap terjadinya banjir. Memodifikasi tutupan lahan daerah perkotaan, meningkatkan permukaan kedap air, yang mengurangi infiltrasi dan hambatan aliran. Akibatnya, volume dan laju aliran limpasan meningkat, sehingga melebihi penerimaan kapasitas drainase setempat. Banjir perkotaan adalah ancaman utama bagi beberapa kota di seluruh dunia. Frekuensinya serta risiko yang terkait cenderung meningkat di masa depan. Dalam konteks negara berkembang, pertumbuhan kota yang tidak terencana menimbulkan masalah, mengarah ke pemadatan daerah terbangun yang cepat. Sementara itu, konstruksi bangunan memperluas tanah yang kedap air (Einfalt *et al.* 2009).

Penggunaan lahan dan aktivitas manusia lainnya mempengaruhi debit puncak banjir di daerah perkotaan. Transformasi hujan menjadi aliran, mengalir dari permukaan tanah menuju sungai. Di daerah yang belum berkembang seperti hutan dan padang rumput, hujan sebagian

disimpan di vegetasi, di kolom-kolom tanah, atau di cekungan permukaan. Ketika kapasitas penyimpanan ini terisi, limpasan mengalir perlahan melalui tanah sebagai aliran bawah permukaan. Sebaliknya, daerah perkotaan, yang sebagian besar permukaan tanahnya tertutup oleh jalan dan bangunan, memiliki kapasitas yang lebih kecil untuk menyimpan curah hujan (Klungniam. 2016).

Pembangunan jalan dan bangunan seringkali melibatkan pemindahan vegetasi, tanah, dan cekungan dari permukaan tanah. Tanah permeabel digantikan oleh permukaan kedap air seperti jalan, atap, tempat parkir, dan trotoar yang hanya menyimpan sedikit air. Kondisi ini mengurangi infiltrasi air ke dalam tanah, dan mempercepat limpasan ke selokan dan sungai. Bahkan di daerah pinggiran kota, di mana terdapat rumput dan lanskap permeabel lainnya, curah hujan dapat menjenuhkan tanah tipis dan menghasilkan aliran permukaan, yang mengalir dengan cepat. Jaringan parit dan gorong-gorong yang padat di kota-kota, mengurangi jarak yang harus ditempuh limpasan. Aliran melalui permukaan tanah atau melalui jalur aliran bawah permukaan untuk mencapai sungai. Begitu air memasuki jaringan drainase, air akan mengalir lebih cepat daripada aliran permukaan atau bawah permukaan (Gwenzi and Nyamadzawo. 2014).

Dengan kapasitas penyimpanan air yang lebih sedikit di cekungan perkotaan dan limpasan yang lebih cepat, aliran perkotaan naik lebih cepat selama hujan lebat dan memiliki tingkat debit puncak yang lebih tinggi daripada aliran pedesaan. Selain itu, volume total air yang dibuang selama banjir cenderung lebih besar di sungai perkotaan daripada di sungai pedesaan. Seperti halnya perbandingan antara sungai, perbedaan aliran sungai tidak dapat dikaitkan semata-mata dari penggunaan lahan, tetapi juga dapat mencerminkan perbedaan geologi, topografi, ukuran dan bentuk cekungan, dan karakteristik hujan (Sangati and Borga. 2009).

Hadirin yang saya hormati

Efek hidrologi dari pembangunan perkotaan dapat dilihat adanya cekungan permukaan tanah sebelum terjadi pembangunan dimana sebagian besar curah hujan yang jatuh di cekungan akan menjadi aliran bawah permukaan. Aliran ini kemudian mengisi akuifer atau mengalir ke jaringan sungai lebih jauh ke hilir. Pembangunan perkotaan dapat sepenuhnya mengubah lanskap cekungan permukaan, menjadi permukaan yang rata kedap air. Hujan yang jatuh pada wilayah tersebut langsung menjadi aliran (Hénonin *et al.* 2010).

Pengembangan di sepanjang saluran sungai dan dataran banjir dapat mengubah kapasitas saluran untuk mengalirkan air dan dapat meningkatkan ketinggian permukaan air, sesuai dengan debit yang diakibatkan hujan deras. Struktur pengerasan permukaan yang merambah dataran banjir, dapat meningkatkan banjir dengan mempersempit lebar saluran dan meningkatkan ketahanan saluran terhadap aliran. Akibatnya permukaan air berada pada tingkat yang lebih tinggi saat mengalir melewati penghalang, menyebabkan genangan air di bagian hulu yang lebih luas.

Sedimen dan puing-puing yang dibawa oleh air banjir selanjutnya dapat menyempitkan saluran dan meningkatkan banjir. Bahaya ini paling besar terjadi di hulu gorong-gorong, jembatan, atau tempat lain di mana puing-puing terkumpul. Saluran sungai yang kecil dapat terisi oleh sedimen atau tersumbat oleh puing-puing, misalnya karena ukuran gorong-gorong yang terlalu kecil. Ini menciptakan cekungan tertutup tanpa saluran keluar untuk limpasan. Meskipun saluran dapat direkayasa untuk mengalirkan air banjir dan puing-puing dengan cepat ke hilir, pendekatan ini harus diimbangi dengan kemungkinan meningkatnya banjir di hilir (Dottori. *et al.* 2014).

Erosi di aliran perkotaan merupakan konsekuensi lain dari pembangunan perkotaan. Banjir yang sering terjadi di sungai perkotaan meningkatkan saluran dan erosi tebing. Di mana saluran telah diluruskan dan vegetasi telah dihilangkan dari tepi saluran, kecepatan aliran sungai akan meningkat, memungkinkan aliran untuk mengangkut lebih banyak sedimen. Di banyak daerah perkotaan, erosi tepi sungai merupakan ancaman berkelanjutan terhadap jalan, jembatan, dan bangunan lain yang sulit dikendalikan bahkan dengan pengerasan tepi sungai. Konsekuensi umum dari pembangunan perkotaan adalah peningkatan debit puncak dan frekuensi banjir. Biasanya, debit maksimum tahunan di sungai akan meningkat saat pembangunan perkotaan terjadi, meskipun peningkatan tersebut kadang-kadang tertutupi oleh variasi curah hujan dari tahun ke tahun (Scott . 2016).

Ada banyak pendekatan untuk mengurangi bahaya banjir di DAS yang sedang dibangun. Area yang teridentifikasi sebagai rawan banjir, telah digunakan untuk taman dan taman bermain yang dapat mengurangi banjir. Bangunan dan jembatan telah ditinggikan, dilindungi dengan tembok banjir dan tanggul, atau dirancang untuk menahan genangan sementara. Sistem drainase telah diperluas untuk meningkatkan kapasitasnya dalam menahan dan mengalirkan aliran sungai yang tinggi, misalnya dengan menggunakan atap dan tempat

parkir untuk menyimpan air. Teknik untuk meningkatkan infiltrasi dan penyimpanan air dalam kolom tanah, seperti parit infiltrasi, mengurangi permukaan kedap air, serta menambah area bervegetasi. Kegiatan ini dilaksanakan pada pembangunan perumahan dan kawasan komersial yang sudah ada untuk mengurangi limpasan dari area ini (Gwenzi and Nyamadzawo. 2014).

Urbanisasi umumnya meningkatkan ukuran dan frekuensi banjir dan dapat membuat masyarakat terpapar bahaya banjir yang meningkat. Informasi aliran sungai saat ini memberikan landasan ilmiah untuk perencanaan dan pengelolaan banjir di daerah perkotaan. Karena peta bahaya banjir berdasarkan data aliran sungai dari beberapa dekade yang lalu mungkin tidak lagi akurat saat ini, pengelola dataran banjir memerlukan data aliran puncak baru untuk memperbarui analisis frekuensi banjir dan peta banjir di daerah urbanisasi.

Stasiun pengukur aliran sungai memberikan rekaman aliran aliran yang berkelanjutan yang dapat digunakan dalam desain infrastruktur perkotaan termasuk jalan, jembatan, gorong-gorong, saluran, dan struktur penahanan. Pengelolaan hujan intensitas tinggi, dapat menggunakan informasi aliran sungai yang dikombinasikan dengan catatan curah hujan. Untuk mengevaluasi solusi inovatif dalam mengurangi limpasan dari daerah perkotaan. Stasiun pengukur aliran sungai secara real-time, yang membuat data aliran sungai dan curah hujan tersedia, melalui internet dan jaringan komunikasi lainnya saat direkam. Kondisi ini menawarkan banyak manfaat di daerah aliran sungai perkotaan. Secara khusus, memberikan informasi kepada pengelola banjir yang dapat memandu operasi pengendalian banjir dan tindakan darurat seperti evakuasi dan penutupan jalan.

Hadirin yang saya hormati

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan sebagai berikut. Urbanisasi mengubah proses hidrologi dan sering dikaitkan dengan peningkatan risiko banjir. Kondisi ini dapat mengancam kesejahteraan manusia dan pembangunan sosial dan ekonomi. Paradigma konvensional tentang perlindungan banjir, yang bersandar pada langkah-langkah struktural berdasarkan solusi teknik misalnya bendungan, sistem drainase, tidak cukup untuk mengurangi banjir. Pengelolaan air berkelanjutan, termasuk solusi untuk meningkatkan proses alami di wilayah perkotaan. Langkah ini merupakan pendekatan yang menjanjikan untuk meningkatkan ketahanan banjir dan mengatasi berbagai tantangan keberlanjutan yang dihadapi kota. Namun,

penerapan solusi yang didasarkan pada meniru proses alami berjalan lambat. Faktor utama pengelolaan banjir perkotaan yang berkelanjutan terhambat oleh aspek tata kelola. Disamping itu, ada kesenjangan pengetahuan tentang efektivitas dibandingkan dengan pendekatan rekayasa konvensional. Meningkatnya bahaya banjir yang didorong oleh pertumbuhan populasi perkotaan dan proyeksi perubahan iklim. Peningkatan frekuensi dan intensitas kejadian curah hujan yang besar, menuntut perbaikan dalam perencanaan tata ruang. Hal ini juga memberikan peluang untuk pengelolaan air yang berkelanjutan untuk melengkapi kapasitas drainase sistem konvensional yang relatif terbatas.

Urbanisasi meningkatkan keragaman dan jumlah polutan yang dibawa ke sungai, dan danau. Pencemar itu antara lain: sedimen, minyak dan bahan kimia beracun dari kendaraan bermotor. Pestisida dan nutrisi dari rumput dan kebun; virus, bakteri, dan nutrisi dari kotoran hewan peliharaan. Kebocoran sistem septik serta logam berat dari kendaraan bermotor, dan sumber lainnya. Polutan ini dapat membahayakan ikan dan populasi satwa liar, tumbuhan, dan membuat tempat rekreasi tidak aman dan tidak menyenangkan.

Kualitas air dipengaruhi oleh urbanisasi yang meningkat karena polutan yang dihasilkan di lingkungan perkotaan menetap dan mencemari air, dan ada peningkatan pemanfaatan air antara kota, industri, dan kebutuhan domestik di kota. Kualitas dan kuantitas air dipengaruhi oleh perubahan iklim mikro, dinamika air, geomorfologi, ekologi, dan biogeokimia. Semakin banyak perkerasan dibuat, semakin sulit bagi air untuk meresap ke dalam tanah dan ini menyebabkan penurunan muka air tanah. Struktur kedap air seperti jalan dan atap, pencucian polutan oleh air hujan terbawa ke badan air. Peningkatan pencemaran air secara keseluruhan, potensi bahaya kesehatan bagi manusia dan kehidupan akuatik. Oleh karena itu, perlu mengambil langkah-langkah yang memadai untuk mengatasi masalah pencemaran air yang mungkin timbul akibat peningkatan urbanisasi. Salah satu pendekatan mengatasi masalah pencemaran di perkotaan adalah melaksanakan pembangunan perkotaan yang berkelanjutan dengan mengurangi polusi air.

Hadirin yang saya hormati,

Sampailah saya sekarang pada akhir pidato pengukuhan saya sebagai Guru Besar dalam Bidang Hidrologi Perkotaan dengan topik “Pendekatan Hidrologi Perkotaan untuk Mengatasi Permasalahan Urbanisasi” Universitas Gadjah Mada. Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat mencapai jenjang karier jabatan tertinggi seperti sekarang ini.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Rektor dan para Wakil Rektor, Senat Universitas, Majelis Guru Besar, dan para tim penilai tingkat fakultas maupun universitas atas persetujuan terhadap pengusulan diri saya sebagai Guru Besar. Penghargaan yang tulus saya sampaikan kepada para profesor pendahulu atas jasa-jasa beliau dalam pengembangan keilmuan di Fakultas Geografi, Prof. Ir. R. Harjono Danoesastro (alm.), Prof. Drs. Kardono Darmoyuwono (alm.), Prof. Drs. Soerastopo Hadisumarno (alm.), Prof. Dr. Karmono Mangunsukardjo, M.Sc. (alm.), Prof. Drs. Basuki Sudiharjo (alm.), Prof. Drs. H.R. Bintarto (alm.), Prof. Dr. Sugeng Martopo (alm.), Prof. Dr. Ida Bagus Mantra (alm.) dan Prof. Drs. Kasto, M.A. (alm.). Prof. Dr. R. Soetanto (alm), Prof. Dr. Dulbahri (alm), Prof. Dr. A.J. Suhardjo, M.A. (alm), Prof. Dr. Hartono, DEA., DESS. (alm), Prof. Dr. Sudibyakto, M.S.,(alm), Prof. Dr. Su Ritohardoyo, M.A. (alm), Prof. Dr. Sunarto, M.S. (alm)

Terima kasih yang tak terhingga saya sampaikan kepada yang terhormat, Prof. Dr. Sutikno, Prof. Dr. Sudarmadji, M.Eng.Sc., Prof. Dr. Hadi Sabari Yunus, M.A., DRS., Prof. Dr. Totok Gunawan, M.S., Prof. Dr. Suratman, M.Sc., Prof. Dr. R. Rijanta, M.Sc., Prof. Dr. rer.nat. Muh. Aris Marfai, S.Si, M.Sc., Prof. Dr. Junun Sartohadi, M.Sc., Prof. Dr. M. Baiquni, M.A., Prof. Dr. IGL Setyawan Purnama, M.S., Prof. Dr. Sri Rum Giyarsih, M.Si., Prof. Dr. Eko Haryono, M.S., Prof. Dr. Rini Rachmawati, S.Si., M.T. atas berbagai masukannya selama ini. Kepada pengurus Fakultas Geografi UGM, seluruh pengurus departemen, prodi, dosen, serta staf kependidikan di lingkungan Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, saya sampaikan banyak terima kasih atas bantuan dan kerja samanya selama ini.

Tak lupa kami ucapkan terima kasih kepada guru-guru saya yang mengajarkan hidrologi yang terhormat Drs. Soenarso Simoen (alm), Drs. Suratman (alm), Drs. Sutanto. B.R.(alm), Prof. Dr. Sudarmadji, M.Eng.Sc., Dr. Suyono, M.S, Dr. Darma Kusuma, M.S. Saya ucapkan terima kasih kepada pembimbing S2 di IPB yang terhormat: Prof. Dr. Hidayat Pawitan, Prof. Dr. Ir. Sitanala Arsyad, Prof. Dr. Naik Sinukaban (alm) dan. Pembimbing desertasi S3 di IPB: Prof.

Dr. Ir. Budi Indra Setyawan, M.Agr., Prof.Dr. Ir. M.Sri Saini,M.S. (alm),. Prof. Dr. Ir.Lilik Prasetyo, M.Sc

Kepada kedua orang tua saya bpk. Abdul Kholiq (alm) dan ibu Malikatun (alm),; mertua bpk.Soedjijo (alm), dan ibu Sri Ruminarti (alm). Saya ucapkan terima kasih kepada saudara-saudara kandung saya yang membantu selama pendidikan: Dr Sampurno, MBA, Ir.Anwar Haryono (alm), Ir.Achsin Utami, M.Sc. (alm), dan Andik Kurniawan, S.Si. Ucapan terima kasih kepada isteri tercita Dra Sriana Suji Mulyani, ucapan terima kasih kepada anak-anaku Yahya Farqadain dan keluarga; Ainun Nur Rahma dan keluarga; Putri Nur Inayah atas pengertian dan dukungannya.

Pada akhirnya, saya ucapkan terima kasih atas segala perhatian para hadirin yang dengan sabar mendengarkan pidato pengukuhan ini. Apabila terdapat kata-kata yang tidak berkenan, saya mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Wasalamu 'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh

Daftar Pustaka

- Basnayaka, Amila P., Sarukkalige, R., and Werellagama, I. 2011. "Numerical Modeling of Flood Vulnerability in Urban Catchments for Flood Forecasting." *International Journal of Environmental Science and Development* 2(5): 383–87.
- Bell, J. M., Simonson, A.E., and Fisher, I.J. 2016. "Urban Hydrology—Science Capabilities of the U.S. Geological Survey." (April). <http://dx.doi.org/10.3133/fs20163023>.
- Dottori, F.F., Grazzini, M., Lorenzo, D.I., Spisni, A. and Tomei, F. 2014. "Analysis of Flash Flood Scenarios in an Urbanized Catchment Using a Two-Dimensional Hydraulic Model." *IAHS-AISH Proceedings and Reports* 364(June): 198–203.
- Einfalt, T., Hatzefeld, F., Wagner, A., Seltman, J., Castro, D., and Frerichs, S. 2009. "URBAS: Forecasting and Management of Flash Floods in Urban Areas." *Urban Water Journal* 6(5): 369–74.
- Foresti, L., Reyniers, M., Seed, A., and Delobbe, L. 2016. Development and verification of a real-time stochastic precipitation nowcasting system for urban hydrology in Belgium. *Hydrology and Earth System Science*. Vol.20.Issue 1. HESS 20.505-527.
- Gregory, J.H., Dukes, M.D., Jones, P.H. and Miller, G.L. 2006. Effect of urban soil compaction on infiltration rate. *Journal of Soil and Water Conservation*. Vol.61.No3
- Gwenzi, W., and George, N. 2014. "Hydrological Impacts of Urbanization and Urban Roof Water Harvesting in Water-Limited Catchments: A Review." *Environmental Processes* 1(4): 573–93.
- Hénonin, J., Russo, B., Mark, O., and Gourbesville, P. 2010. "Urban Flood Real-Time Forecasting and Modelling: A State-of-the-Art Review." *DHI conference* (September 2010): 21. http://www.dhigroup.com/upload/publications/mikeflood/Henonin_2010.pdf.
- Heidari, H., Arabi M., Warziniack, T. and Sharvelle, S. 2021. "Effects of Urban Development Patterns on Municipal Water Shortage." *Frontiers in Water* 3
- Hidayati, I. (2018). *Urbanisasi dan Transportasi Massal di Jakarta*. Pusat Penelitian Kependudukan. [Internet]. [Diakses pada 20 Oktober 2021]. Dapat diunduh di: <https://kependudukan.brin.go.id/kajian-kependudukan/urbanisasi-dan-transportasimasal-di-jakarta/>
- Hidayat, N. (2020). Fenomena Migrasi Dan Urban Bias di Indonesia. *JURNAL GEOGRAFI*, 12(01), 22-31
- Jacobson, M.Z &, Delucchi, M.A. 2011. Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials. The

- Jiang, L., Yangbo, C., and Huanyu, W. 2015. “Urban Flood Simulation Based on the SWMM Model.” *IAHS-AISH Proceedings and Reports* 368(August 2014): ,186–91.
- Jiao, J. J., Chi, M. L., and Guoping, D. 2008. “Changes to the Groundwater System, from 1888 to Present, in a Highly-Urbanized Coastal Area in Hong Kong, China.” *Hydrogeology Journal* 16(8): 1527–39.
- Klungniam, C. 2016. “The Effects of Urbanization on Urban Hydrology Characteristics.” *International Academic Conference Proceedings*: 41–47.
- Knox, P. L., & McCarthy, L. (2005). *Urbanization: an introduction to urban geography*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall
Knox, P. L., & McCarthy, L. (2005). *Urbanization: an introduction to urban geography*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- McCray, J.E. & Boving, T.B. 2007. “Introduction: Urban Watershed Hydrology.” *Journal of the American Water Resources Association* 43(4): 839–40.
- McGrane, S. J. 2016. “Impacts of Urbanisation on Hydrological and Water Quality Dynamics, and Urban Water Management: A Review.” *Hydrological Sciences Journal* 61(13): 2295–2311.
- MacGregor, F., Ian, and Jorge E. S. 2011. “Gray vs. Green Urbanization: Relative Importance of Urban Features for Urban Bird Communities.” *Basic and Applied Ecology* 12(4): 372–81.
- Nienczynowicz, J. 1999. Urban hydrology and water management – present and future challenges. *Urban Water*. Vol. 1, Issue 1, March 1999, Pages 1-14
- Miller, J. D., and Michael, H. 2017. “The Impacts of Urbanisation and Climate Change on Urban Flooding and Urban Water Quality: A Review of the Evidence Concerning the United Kingdom.” *Journal of Hydrology: Regional Studies* 12: 345–62.
- Paquiera, A., Mignot, E., Bazin, P.H. 2015. From hydraulic modelling to urban flood risk. *Procedia Engineering* 115 (2015) 37 – 44. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2015.07.352>
- Rodríguez, S. O., Wang, L.P., Williams, P., Assel, J.V., Gires, A., and Ichiba, A. 2015. “Urban Pluvial Flood Modelling: Current Theory and Practice. Review Document Related to Work Package 3 – Action 13.” *Journal of Hydrology* 13(2): 1–15.
- Sangati, M., and Borga, M. 2009. “Influence of Rainfall Spatial Resolution on Flash Flood Modelling.” *Natural Hazards and Earth System Science* 9(2): 575–84.

- Scott, A. J. (2008). Resurgent metropolis: Economy, society and urbanization in an interconnected world. *International Journal of Urban and Regional Research*, 32(3), 548-564.
- Shiraki.Y., and Shigeta,Y. 2013. Remote Sensing; Geographic Information System; Heat Island; Land Surface Temperature; Convective Precipitation. *Journal of Geographic Information System*, Vol.5 No.3,
- Suprayogi, S., Fatchuroman,M., Widyastuti, M. 2019. “Analisis Kondisi Hidrologi Terhadap Perkembangan Wilayah Perkotaan Studi Kasus DAS Kali Belik Yogyakarta.” *Jurnal Geografi : Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian* 16(2): 153–61.
- Suprayogi, S., Marfai, M.A., Cahyadi, A. 2019. Analyzing the Characteristics of Domestic Wastes in Belik River, the Special Region of Yogyakarta, Indonesia. *ASEAN Journal on Science and Technology for Development* 36(3): 97–102.
- Suprayogi, S., Rifai, and Reviana, L. 2021. “HEC-HMS Model for Urban Flood Analysis in Belik River, Yogyakarta, Indonesia.” *ASEAN Journal on Science and Technology for Development* 38(1): 15–20.
- .Suprayogi, S.,Widyastuti M., Hadi MP.,Christanto N.,Tivianto TA.,Fadhilah GO.,Rachmawati L.,Fadlilah LN. 2022. “Runoff Coefficient Analysis After Regional Development in Tambakbayan Watershed, Yogyakarta, Indonesia.” *Jurnal Ilmu Lingkungan* 20(2): 396–405.
- Suprayogi, S., Aulia N. F., and Venny V. F. 2022. “Flow Engineering To Remediate Contaminated Water Quality Due To Domestic Waste Disposal in Belik River, Yogyakarta.” *Jurnal Geografi* 14(1): 58.



Biodata

Nama : Prof.Dr. Slamet Suprayogi,M.S.
Tempat Tgl lahir : Nganjuk 11 Desember 1957
NIP : 195712111985031001
Jabatan : Guru Besar
Alamat Kantor : Fakultas Geografi UGM
Alamat Rumah : Perum.Candi Gebang Permai
Blok III/5 Yogyakarta

Keluarga

Isteri : Dra. Sriana Suji Mulyani
Anak :
1. Yahya Farqadain,ST-Sri Harmini,STP, M.Sc

- Muhammad Akhtar Farqadain
- Muhammad Ammarzain Farqadain
- Muhammad Alshad Farqadain

2. **Ainun Nur Rahma,S.Sos. – Galuh Bestiano,S.E.**

- **Ainayya Laras Shakila**
- **Sayf Muhammad Ihsan**

3. **Putri Nur Inaayah, S.S.**

Riwayat Pendidikan

S-1 Geografi UGM Jurusan Hidrologi 1979 – 1984

S-2 Pengelolaan Daerah Aliran Sungai IPB 1988 – 1991

S-3 Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan IPB 1999 – 2003

Riwayat Pekerjaan

Dosen Fakultas Geografi UGM 1986 - sampai sekarang

Kepala Laboratorium Kualitas Air 2005 - 2008

Sekretaris Jurusan Geografi Lingkungan 2008 - 2009

Ketua Minat Magister Pengelolaan Lingkungan (Pasca Sarjana)

Sekretaris Program Studi Ilmu Lingkungan (Pasca Sarjana)

Wakil Dekan bidang Keuangan, Aset, SDM periode 2008 – 2012

Wakil Dekan bidang Keuangan, Aset, dan SDM periode 2012 – 2016

Plt. Dekan Fakultas Geografi Juli 2012 – Oktober 2012

Ketua Minat MPPDAS (Pasca Sarjana) 2019 – 2021

Sekretaris senat Fakultas Geografi periode 2021 -2026

Publikasi Lima Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Publikasi
1	2019	Urban Sediment in Infiltration Wells: A Lesson from The Northern Area of Greater Yogyakarta City. <i>International Journal of Geography</i> Vol. 51 No. 2, December 2019 (295-303)
2.	2019	Analisis Kondisi Hidrologi terhadap Perkembangan Wilayah Perkotaan Studi Kasus DAS Kali Belik Yogyakarta <i>Jurnal Geografi : Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian</i> 16(2): 153–61

3.	2019	Analyzing the Characteristic of Domestic Wastes in Belik River, the Special Region of Yogyakarta, Indonesia <i>ASEAN Journal on Science and Technology for Development</i> 36(3): 97–102.
4.	2020	Preliminary River Morphometry Analysis for Rafting Tourism in the Saba River, Bali Island, Indonesia <i>International Journal of Sustainable Development and Planning</i> 15(5): 631–38.
5.	2020	Preliminary Analysis of Floods Induced by Urban Development in Yogyakarta City, Indonesia <i>Geographia Technica, Vol. 15, Issue 2, 2020, pp 57 to 71</i>
6.	2021	HEC-HMS Model for Urban Flood Analysis in Belik River, Yogyakarta, Indonesia <i>ASEAN Journal on Science and Technology for Development</i> 38(1): 15–20.
7.	2022	Flow Engineering to Remediate Contaminated Water Quality Due to Domestic Waste Disposal in Belik River, Yogyakarta <i>Jurnal Geografi</i> 14(1): 58
8.	2022	Run Off Coefficient Analysis After Regional Development in Tambakbayan Watershed, Yogyakarta-Indonesia .” <i>Jurnal Ilmu Lingkungan</i> 20(2): 396–405.
9.	2022	Grand Design for Merapi Irrigation Channel System Using Watershed and River Region Approaches Based on Community Development in Yogyakarta, Indonesia.” <i>ASEAN Journal on Science and Technology for Development</i> 39(1): 1–6.