

ANALISIS HIDRAULIKA DAN INVENTARISASI SALURAN DRAINASE DAERAH KAWASAN BANDARA NEW YOGYAKARTA INTERNATIONAL AIRPORT

Mochamad Gaharu Dida Devedo¹⁾ Dewi Rahmawati²⁾

¹⁾Staf Pengajar, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Mulawarman

²⁾Staf Pengajar, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi Ilmu Lingkungan, Jurusan Biologi, Universitas Mulawarman
Didadevedo@Ft.Unmul.Ac.Id

Abstrak

Bandar Udara Internasional Yogyakarta (YIA) merupakan Proyek Strategis Nasional yang esensial bagi pertumbuhan ekonomi dan berfungsi sebagai katalisator sektor pariwisata dan logistik. Namun, keberlangsungan operasionalnya dihadapkan pada tantangan hidrologis berupa risiko banjir yang signifikan di lokasinya. Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi hidraulika sistem drainase di sekitar YIA melalui pemodelan numerik HEC-RAS, dengan membandingkan hasil simulasi terhadap kondisi faktual di lapangan. Studi kasus difokuskan pada Saluran Drainase Ledeng dan Saluran Drainase Jelantoro, menggunakan data geometri dan debit banjir sebagai input utama. Hasil simulasi menunjukkan bahwa luapan banjir signifikan tidak terjadi pada kedua saluran tersebut. Temuan ini sangat bertentangan dengan data pengamatan lapangan dan laporan warga yang justru mengonfirmasi terjadinya genangan secara rutin pada musim penghujan. Analisis lebih lanjut menyimpulkan bahwa diskrepansi ini disebabkan oleh model yang kurang komprehensif, karena tidak menyertakan masukan debit dari sistem sungai lain yang terhubung. Studi ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan holistik dalam pemodelan hidraulika untuk menghasilkan prediksi risiko banjir yang akurat.

Kata Kunci : Analisis Hidraulika, Banjir, Drainase

I. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur strategis merupakan pilar fundamental dalam akselerasi pertumbuhan ekonomi suatu negara. Proyek-proyek berskala besar, seperti bandar udara, tidak hanya berfungsi sebagai gerbang konektivitas fisik tetapi juga sebagai katalisator yang memicu efek berganda pada sektor pariwisata, perdagangan, logistik, dan pengembangan wilayah di sekitarnya. Peningkatan aksesibilitas ini pada akhirnya bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan daya saing regional di tingkat nasional maupun global. Dalam konteks ini, pembangunan Bandar Udara Internasional Yogyakarta (YIA) di Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, menjadi salah satu Proyek Strategis Nasional yang sarat dengan ekspektasi. Kehadiran YIA diharapkan dapat menjadi motor penggerak baru bagi perekonomian daerah, membuka peluang investasi, serta menyerap tenaga kerja. Titik simpul transportasi modern ini diproyeksikan akan meningkatkan laju distribusi barang dan jasa serta mendorong pertumbuhan sektor pariwisata yang menjadi andalan utama provinsi tersebut.

Meskipun demikian, di balik potensi besar yang dimiliki, kawasan YIA dihadapkan pada tantangan hidrologis yang signifikan dan berulang, yaitu risiko banjir. Kecamatan Temon, lokasi di mana YIA berdiri, secara historis merupakan wilayah yang rentan terhadap bencana ini. Peristiwa banjir pada Desember 2013 menjadi bukti nyata kerentanan

tersebut, ketika luapan beberapa sungai di sekitarnya menyebabkan genangan setinggi 50-75 cm, melumpuhkan aktivitas transportasi, pendidikan, dan menyebabkan kerugian besar di sektor pertanian. Ancaman ini diperkuat oleh fakta bahwa banjir merupakan fenomena kompleks yang dipicu oleh berbagai faktor. Banjir, yang secara definitif merupakan luapan air yang melebihi kapasitas tampung palung sungai (Suripin, 2003), dapat disebabkan oleh kombinasi faktor alamiah dan antropogenik. Pembangunan infrastruktur masif seperti bandara secara inheren akan mengubah kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS), yang menurut Kodoatie (2013), merupakan salah satu pemicu utama yang dapat memperburuk masalah banjir akibat meningkatnya aliran permukaan (runoff). Tanpa mitigasi yang terencana, perubahan morfologi dan tata guna lahan ini berpotensi meningkatkan frekuensi dan magnitudo banjir, yang dapat berdampak buruk pada keberlangsungan operasional bandara.

Menyadari risiko tersebut, pemerintah melalui Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Serayu Opak telah mengimplementasikan serangkaian upaya pengendalian banjir. Intervensi ini termasuk dalam kategori metode struktural, yang berfokus pada rekayasa fisik seperti normalisasi sungai dan perbaikan sistem drainase di kawasan strategis YIA. Langkah-langkah ini diambil sebagai upaya proaktif untuk mengurangi daya rusak air dan mengamankan aset vital nasional. Oleh karena itu, analisis

mendalam terhadap kondisi hidraulika sungai di sekitar kawasan bandara menjadi sebuah keniscayaan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis hidraulika sungai dan membandingkan dengan hasil pengamatan secara langsung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Inventarisasi Sungai

Sungai merupakan jaringan alur alami di permukaan bumi yang berfungsi mengalirkan air dari hulu ke hilir. Karakteristik sungai ditentukan oleh arus yang relatif searah dengan kecepatan berkisar antara 0,1 hingga 1,0 m/s, serta dipengaruhi oleh faktor waktu, iklim, dan pola drainase (Effendi, 2003). Secara umum, morfologi sungai terbagi menjadi tiga segmen utama: hulu, tengah, dan hilir. Bagian hulu, yang terletak di dataran tinggi, memiliki gradien yang curam sehingga aliran air cenderung deras. Aliran kemudian melambat saat memasuki bagian tengah yang lebih landai, dan terus melandai hingga mencapai muara di bagian hilir. Ketiga bagian ini menunjukkan perbedaan karakteristik fisik yang signifikan, mencakup kedalaman, lebar, panjang, luas daerah aliran sungai (DAS), volume aliran, kondisi tepian, jeram, tipe substrat dasar, dan temperatur air (Brotowidjoyo et al., 1995).

Berdasarkan faktor ekologisnya, Reid (1961) mengklasifikasikan sungai menjadi tiga bagian sebagai berikut:

1. **Sungai Bagian Hulu:** Ditandai dengan kemiringan dasar sungai yang besar, menghasilkan arus yang sangat cepat. Substrat dasar didominasi oleh bebatuan dan kerikil, dengan sedikit akumulasi pasir dan detritus organik di area berarus lebih tenang (*pools*).
2. **Sungai Bagian Tengah:** Memiliki kemiringan dasar yang lebih landai, sehingga kecepatan arus menurun. Substrat dasar didominasi oleh material yang lebih halus seperti pasir, sementara endapan lumpur dapat ditemukan di area genangan (*pools*) dan di sepanjang tepi sungai.
3. **Sungai Bagian Hilir:** Pada segmen ini, gradien sangat landai dan seringkali membentuk dataran banjir yang luas, menyebabkan batas antara sungai dan daratan menjadi tidak jelas. Substrat dasar umumnya terdiri dari lumpur dan detritus organik, yang mendukung tumbuhnya vegetasi seperti semak dan rawa.

Dalam konteks manajemen sungai, inventarisasi menjadi kegiatan fundamental. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), inventarisasi adalah kegiatan pencatatan, pendaftaran, atau pengumpulan data secara sistematis. Dengan demikian, inventarisasi sungai dapat didefinisikan sebagai serangkaian kegiatan yang mencakup pengumpulan, pencatatan, dan analisis data terkait kondisi fisik dan fungsional prasarana sungai,

termasuk data kerusakan serta dampaknya terhadap fungsi dan manfaat bangunan air. Sebagaimana dikemukakan oleh Utoro (2019), penilaian kondisi bangunan sungai melalui survei lapangan merupakan bagian dari inventarisasi yang bertujuan untuk menentukan tindakan pemeliharaan atau perbaikan yang diperlukan.

2.2 Banjir

Banjir didefinisikan sebagai suatu kondisi di mana volume air melampaui kapasitas tampung saluran drainase atau palung sungai, sehingga meluap dan menggenangi dataran di sekitarnya (Suripin, 2003). Definisi serupa juga tercantum dalam Peraturan Pemerintah No. 38 Tahun 2011 tentang Sungai, yang menyatakan banjir sebagai peristiwa meluapnya air sungai yang melebihi palung sungai. Indradewa (2008) menambahkan bahwa banjir adalah aliran permukaan dengan debit yang jauh melebihi kondisi normal, sehingga tidak lagi tertampung oleh saluran drainase dan mengakibatkan kerugian bagi manusia.

Penyebab banjir dapat diklasifikasikan menjadi faktor alami dan antropogenik (Kodoatie, 2013). Beberapa faktor pemicu utama meliputi:

1. **Curah Hujan Tinggi:** Sebagai negara beriklim tropis, Indonesia mengalami musim hujan dengan intensitas tinggi yang dapat menyebabkan debit sungai melampaui kapasitasnya.
2. **Erosi dan Sedimentasi:** Erosi di DAS menghasilkan sedimen yang terbawa aliran dan mengendap di dasar sungai, menyebabkan pendangkalan (*silting*) dan mengurangi kapasitas tampung palung sungai.
3. **Fisiografi Sungai:** Karakteristik fisik seperti bentuk dan kemiringan DAS, geometri hidraulik penampang sungai, dan lokasi sungai secara inheren mempengaruhi respons hidrologis terhadap hujan.
4. **Perubahan Kondisi DAS:** Alih fungsi lahan, seperti urbanisasi dan penggundulan hutan, meningkatkan koefisien aliran permukaan (*runoff*), yang memperbesar volume dan mempercepat waktu puncak banjir.
5. **Kapasitas Drainase:** Sistem drainase perkotaan yang tidak memadai seringkali tidak mampu mengalirkan limpasan permukaan saat terjadi hujan lebat.
6. **Pengaruh Pasang Surut:** Di daerah pesisir, air pasang laut dapat menghambat aliran sungai ke muara dan menyebabkan aliran balik (*backwater*), yang memperparah genangan banjir.
7. **Hambatan pada Alur Sungai:** Penumpukan sampah, pembangunan di bantaran sungai, serta keberadaan bangunan air seperti pilar jembatan dan bendung dapat menghalangi aliran dan menaikkan muka air.
8. **Kerusakan Bangunan Pengendali Banjir:** Pemeliharaan yang kurang memadai dapat

menurunkan fungsi bahkan menyebabkan kegagalan struktur bangunan pengendali banjir.

9. **Perencanaan Sistem Pengendalian yang Tidak Tepat:** Sistem yang dirancang untuk banjir skala kecil hingga menengah dapat gagal dan justru memperparah dampak saat terjadi banjir besar (*super-design flood*), misalnya kegagalan tanggul.

Berdasarkan proses dan materialnya, banjir dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, antara lain **banjir air** (luapan sungai biasa), **banjir bandang** (*flash flood*) yang membawa material sedimen dan puing dengan daya rusak tinggi, **banjir rob** akibat pasang air laut, dan **banjir lahar dingin** yang dipicu oleh material vulkanik (Isnugroho, 2006).

Pengendalian daya rusak air akibat banjir merupakan amanat Peraturan Pemerintah No. 38 Tahun 2011. Menurut Grigg (1996), pengelolaan banjir mencakup empat strategi dasar: (1) modifikasi kerentanan dengan pengaturan tata guna lahan, (2) modifikasi debit banjir melalui bangunan pengendali (struktural), (3) modifikasi dampak melalui mitigasi non-struktural seperti asuransi dan sistem peringatan dini, dan (4) pemeliharaan kapasitas ekosistem alami. Upaya ini dapat dikategorikan menjadi metode struktur dan non-struktur. Metode struktur berfokus pada intervensi fisik dan rekayasa sipil, sedangkan metode non-struktur menitikberatkan pada penyesuaian aktivitas manusia dan regulasi, seperti penegakan hukum dan penyuluhan masyarakat (Rosyidie, 2013).

2.3 Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika merupakan komponen krusial dalam perancangan metode pengendalian banjir struktural, seperti normalisasi sungai atau pembangunan tanggul. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan penampang sungai dalam mengalirkan debit banjir rencana. Untuk mempermudah analisis, pemodelan numerik sering digunakan untuk mensimulasikan kondisi aliran sebelum (eksisting) dan sesudah adanya intervensi.

Salah satu perangkat lunak yang umum digunakan adalah **HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System)**. Program ini mampu mensimulasikan aliran permanen (*steady flow*) dan aliran tak permanen (*unsteady flow*) (Istiarto, 2014). Keunggulan HEC-RAS antara lain kemudahannya kalibrasi, efisiensi waktu simulasi, serta kemampuannya untuk memperhitungkan pengaruh bangunan air seperti jembatan (Nkwunonwo, 2020). Namun, HEC-RAS memiliki keterbatasan dalam memodelkan aliran yang sangat dinamis pada saluran kompleks dan sensitif terhadap jarak antar penampang melintang (*cross section*) (Lim, 2018).

Perhitungan hidraulika pada HEC-RAS untuk aliran permanen didasarkan pada **persamaan energi**, sedangkan untuk aliran tak permanen menggunakan penyelesaian numerik dari **persamaan kontinuitas (kekekalan massa)** dan **persamaan momentum**

(Istiarto, 2014). Input utama untuk simulasi HEC-RAS meliputi data geometri (alur sungai, tampang lintang, dan tampang memanjang) serta data aliran (debit dan kondisi batas).

Salah satu parameter kunci dalam pemodelan hidraulika adalah **koefisien kekasaran Manning (n)**. Nilai ini merepresentasikan hambatan aliran yang disebabkan oleh kekasaran dasar dan dinding saluran. Persamaan Manning menghubungkan kecepatan aliran dengan properti geometri saluran dan kemiringan dasar.

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

dimana:

V = kecepatan rata-rata tampang (m/s)

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

S = kemiringan dasar saluran

n = koefisien kekasaran Manning

A = luas penampang basah (m²)

P = keliling basah (m)

Penentuan nilai n merupakan tahapan kritis karena sangat mempengaruhi hasil simulasi kecepatan dan tinggi muka air. Menurut Triatmodjo (1993), penentuan nilai n dapat dilakukan melalui beberapa pendekatan, seperti menggunakan tabel referensi (misalnya, Chow, 1959), membandingkan dengan saluran lain yang koefisiennya telah diketahui, atau melalui analisis data pengukuran di lapangan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan studi kasus yang bertujuan menganalisis karakteristik hidraulika sungai di kawasan Bandara New Yogyakarta International Airport dengan bantuan perangkat lunak HEC-RAS.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Data yang peneliti gunakan dihimpun melalui beberapa metode atau langkah tertentu secara terstruktur. Berikut beberapa data yang dimaksud:

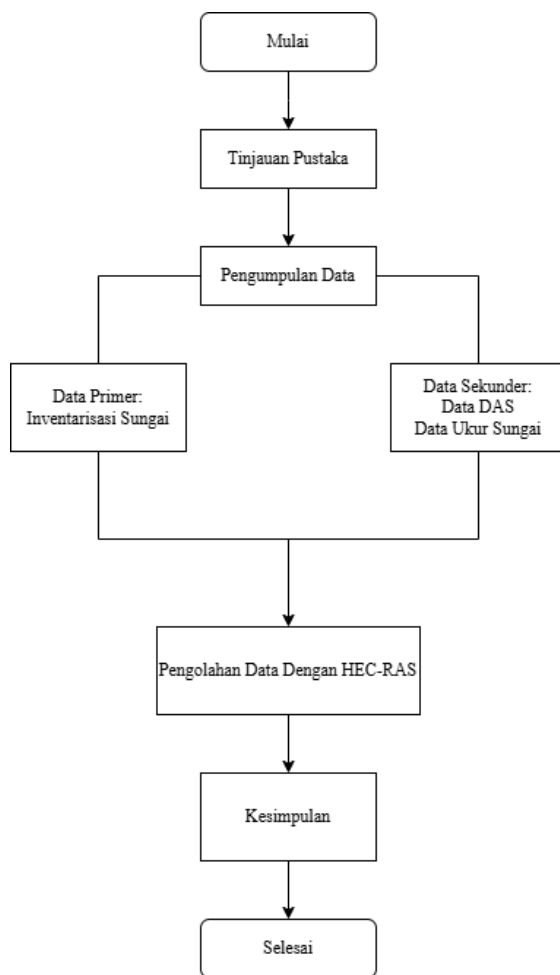
- a. Data Peta Daerah Aliran Sungai (DAS)
- b. Data Ukuran Sungai
- c. Data Inventarisasi Sungai
- d. Data Debit Banjir

3.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan melalui tahapan yang sistematis guna mendukung pemodelan hidraulika menggunakan perangkat lunak HEC-RAS. Tahapan pertama dimulai dengan pengolahan data geometri saluran drainase yang diperoleh dari survei lapangan dan peta topografi, yang kemudian diolah menggunakan AutoCAD dan HEC-RAS Geometry Editor untuk membentuk penampang melintang, penampang memanjang, serta kemiringan dasar sungai. Selanjutnya, parameter hidraulika seperti koefisien

kekasaran Manning (n) ditentukan berdasarkan kondisi fisik saluran dan referensi literatur, disesuaikan untuk masing-masing segmen sungai. Data debit banjir dimasukkan dalam bentuk flow hydrograph berdasarkan hasil analisis hidrologi, meliputi debit puncak untuk Saluran Drainase Ledeng Hulu, Ledeng Hilir, dan Jelantoro. Simulasi dilakukan dengan skenario aliran tak permanen (unsteady flow) untuk mengetahui profil muka air, kecepatan aliran, dan potensi limpasan. Hasil simulasi kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan kondisi aktual di lapangan yang diperoleh melalui observasi dan wawancara warga, yang menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara hasil model dan kejadian banjir sebenarnya.

3.4 Diagram Alir Penelitian

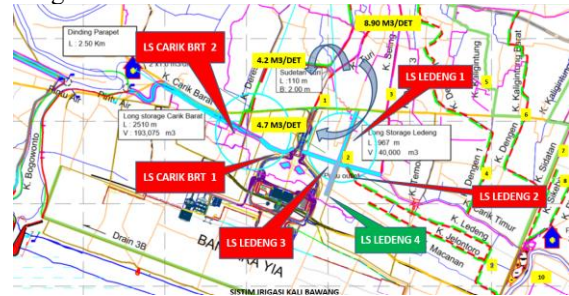


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Inventarisasi Sungai

Inventarisasi sungai dilakukan melalui survei lapangan secara sistematis dengan menelusuri alur sungai.



Gambar 2. Peta Sungai



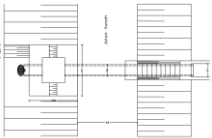
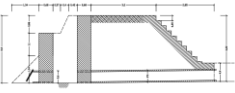
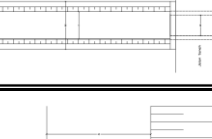
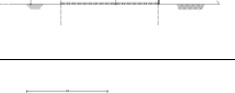
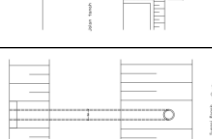
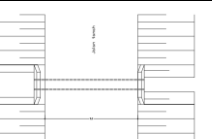
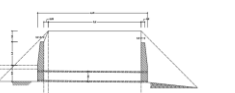
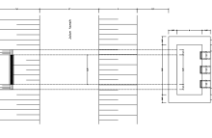
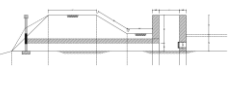
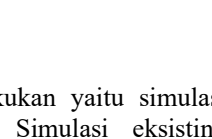
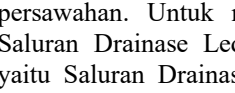
Gambar 3. Ledeng 1



Gambar 3. Ledeng 4



Gambar 4. Ledeng 3

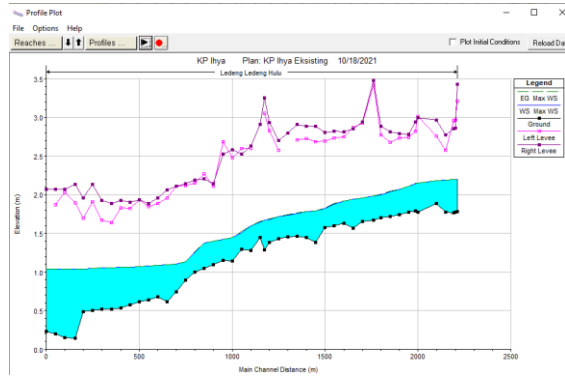
NO	JENIS PINTU	POSISI			SKETSA DAN DIMENSI		FOTO		
		SISI	LS	BT	TAMPAK ATAS	TAMPAK SAMPIING	DEPAN	BELAKANG	SAMPING / ATAS
1	Saluran Drainase/ Gorong-gorong dengan pintu	Kanan	7° 53' 48.172750"	110° 4' 31.835212"					
2	Saluran Drainase	Kiri	7° 53' 48.398157"	110° 4' 33.688551"					
3	Saluran Drainase	Kiri	7° 53' 46.473605"	110° 4' 40.334864"					
4	Saluran Drainase	Kiri	7° 53' 47.938443"	110° 4' 57.575029"					
5	Saluran Drainase	Kiri	7° 53' 48.248338"	110° 4' 48.414181"					
6	Saluran Drainase/ Gorong-gorong	Kiri	7° 53' 56.719023"	110° 5' 0.542359"					
7	Saluran Drainase/ Gorong-gorong	Kanan	7° 53' 58.986663"	110° 5' 3.666059"					
8	Saluran Drainase	Kanan	7° 54' 0.5267874"	110° 5' 4.151874"					

Gambar 5. Hasil Inventarisasi Sungai

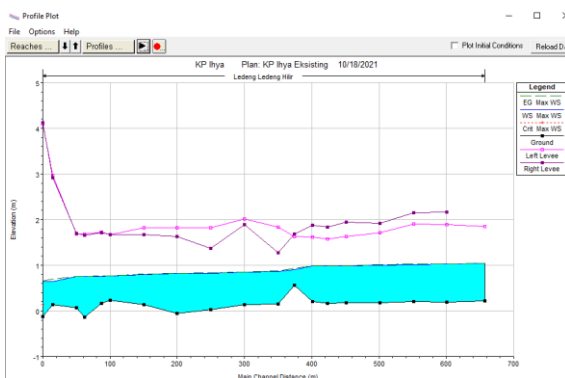
4.2 Analisis Hidraulika

Simulasi awal yang dilakukan yaitu simulasi kondisi saat ini (eksisting). Simulasi eksisting bertujuan untuk mengetahui kondisi awal sungai ketika disimulasikan dengan debit banjir yang sudah ada. Nantinya dapat diketahui adanya banjir limpasan yang keluar dari bantaran kiri maupun bantaran kanan sungai. Adapun panjang sungai yang disimulasikan yaitu Saluran Drainase Ledeng sekitar 2,03 km dan Saluran Drainase Jelantoro sekitar 1,83 km yang alirannya akan bermuara menuju Sungai Serang. Saluran Drainase Jelantoro merupakan anak Saluran Drainase Ledeng yang berada tepat di selatan Saluran Drainase Ledeng yang keduanya berada di tengah area

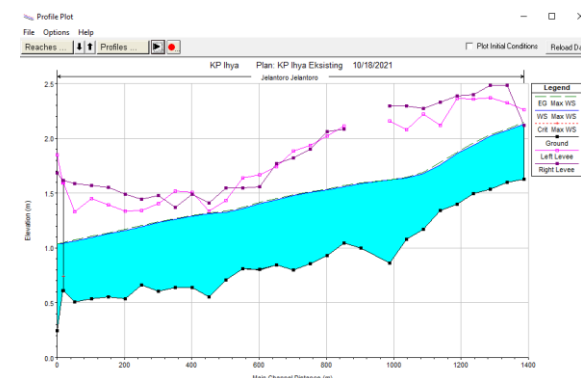
persawahan. Untuk memudahkan simulasi disini Saluran Drainase Ledeng akan dibagi menjadi 2 yaitu Saluran Drainase Ledeng Hulu dan Saluran Drainase Ledeng Hilir. Setelah geometri sungai dimasukkan, selanjutnya memasukkan debit banjir dengan opsi beban aliran Saluran Drainase Ledeng dan Saluran Drainase Jelantoro sebagai *flow hydrograph*. Hasil simulasi kondisi saat ini (eksisting) ditampilkan dengan tampang memanjang dan melintang pada Gambar 6. sampai Gambar 11.



Gambar 6. Penampang memanjang Saluran Drainase Ledeng Hulu eksisting



Gambar 7. Penampang memanjang Saluran Drainase Ledeng Hilir eksisting

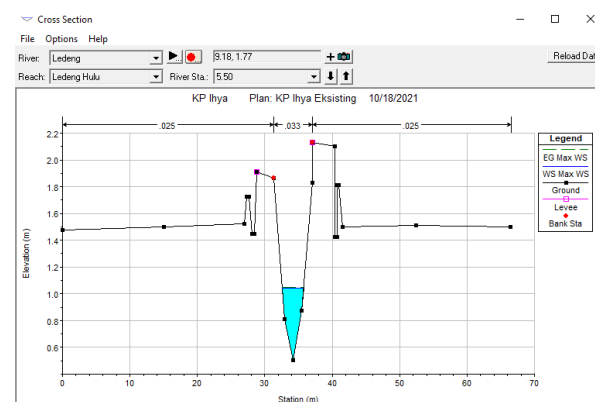


Sumber: Analisis Pribadi

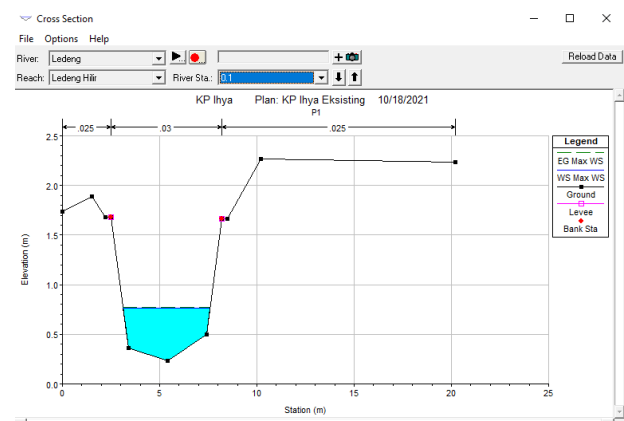
Gambar 8. Penampang memanjang Saluran Drainase Jelantoro eksisting

Dari Gambar 6. sampai Gambar 7. terlihat hasil simulasi memanjang Saluran Drainase Ledeng yang mana air tidak melimpas melewati sungai. Begitupula dengan Saluran Drainase Jelantoro (Gambar 8.) dimana sepanjang ruas sungai tersebut air hanya melimpas pada bagian hulu sungai tepatnya di sta. 13+50. Tidak melimpasnya Saluran Drainase Ledeng dan Saluran Drainase Jelantoro tidak sesuai dengan fakta yang ditemukan di lapangan dimana saat musim penghujan kedua sungai tersebut mengalami banjir dan melimpas (Gambar 12 dan Gambar 13). Hal tersebut diperkuat juga dari hasil wawancara dengan petani sekitar yang menyebutkan kalau pernah terjadi banjir pada tahun 2019 dengan ketinggian 30-50 cm sehingga menggenangi sawah selama 1-2 hari. Tidak

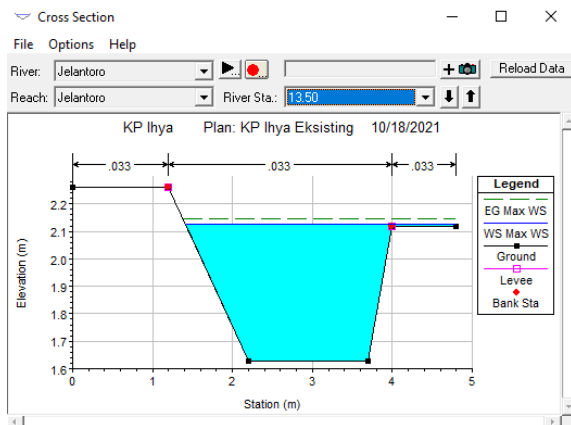
sesuainya hasil simulasi dengan kondisi di lapangan disebabkan karena kurangnya data untuk disimulasikan. Seperti yang disebutkan diawal kalau Saluran Drainase Ledeng dan Saluran Drainase Jelantoro merupakan salahsatu bagian saluran dari sistem pengendalian banjir kawasan bandara, yang berarti terdapat berbagai saluran dengan debit banjir yang berbeda dan pastinya terhubung dengan Saluran Drainase Ledeng itu sendiri. Adanya masukan debit tambahan dari Saluran Drainase Carik Timur dan Sungai Serang juga merupakan faktor utama terjadinya banjir di Saluran Drainase Ledeng dan Saluran Drainase Jelantoro. Sehingga untuk mendapatkan hasil simulasi yang dapat mendekati kondisi aslinya dibutuhkan data-data tambahan sungai-sungai yang berkaitan atau terhubung langsung dengan Saluran Drainase Ledeng dan Saluran Drainase Jelantoro.



Gambar 9. Penampang melintang Saluran Drainase Ledeng hulu eksisting

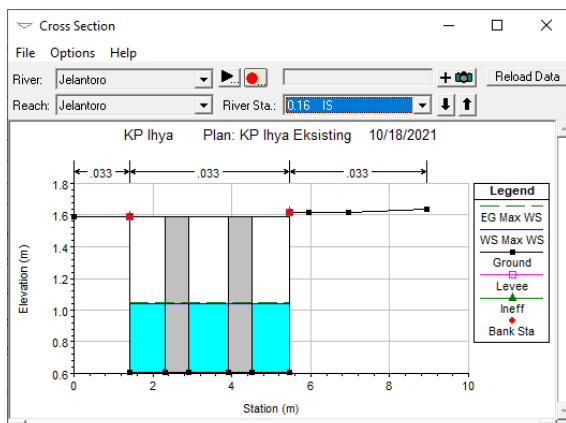


Gambar 10. Penampang melintang Saluran Drainase Ledeng hilir eksisting



Gambar 11. Penampang melintang hulu Saluran Drainase Jelantoro eksisting

Dari Gambar 9 dan Gambar 10, terlihat kalau tidak terjadi limpasan pada Saluran Drainase Ledeng bagian hulu maupun hilir. Sedangkan pada Gambar 11, menunjukkan terjadinya sedikit limpasan di bagian kanan Saluran Drainase Jelantoro hulu tepatnya di sta. 13+50. Limpasan tersebut terjadi karena sisi kanan sungai sangat rendah dibandingkan dengan sisi kiri sungai. Sedangkan pada pintu air Jelantoro (Gambar 12) menunjukkan tidak terjadinya luapan sedangkan pada kondisi lapangan terjadi luapan pada titik tersebut.



Gambar 12. Penampang melintang pintu air Sungai Jelantoro eksisting



Gambar 13. Kondisi Saluran Drainase Ledeng



Gambar 14. Kondisi Saluran Drainase Jelantoro setelah hujan

Gambar 13 dan Gambar 14 menunjukkan kondisi di lapangan dari Saluran Drainase Ledeng dan Saluran Drainase Jelantoro. Walaupun hasil simulasi kondisi saat ini (eksisting) yang tidak sesuai dengan kondisi di lapangan, akan tetapi proses simulasi normalisasi tetap dilakukan karena melihat kondisi lapangan sungai meluap.

V. KESIMPULAN

Berikut beberapa kesimpulan yang peneliti peroleh dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan:

1. Berdasarkan hasil pemodelan HEC-RAS, Saluran Drainase Ledeng tidak menunjukkan adanya limpasan, sedangkan pada Saluran Drainase Jelantoro terjadi sedikit limpasan di bagian hulu. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem drainase di kawasan bandara memiliki kapasitas aliran tertentu, namun belum sepenuhnya menggambarkan kondisi sebenarnya. Pembahasan terkait sistem drainase bandara yang dapat memengaruhi daerah sekitarnya akan memberikan konteks yang lebih luas untuk penelitian ini, serta implikasi penting bagi perencanaan pembangunan kawasan strategis secara terpadu.
2. Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan, terjadi genangan atau limpasan pada Saluran Drainase Ledeng dan Jelantoro saat musim penghujan, meskipun intensitasnya tidak terlalu besar. Fakta ini menunjukkan adanya kesenjangan antara hasil simulasi dan kondisi aktual. Oleh karena itu, pembahasan sistem drainase bandara yang terintegrasi dengan wilayah sekitar menjadi penting, karena dapat memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh dan relevan dalam konteks mitigasi banjir serta perencanaan infrastruktur berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Brotowidjoyo, M. D., Tribawono, D., & Mulbyantoro, E. 1995. *Pengantar*

- Lingkungan Perairan dan Budidaya Air. Liberty, Yogyakarta.*
- [2]. Chow, V. T. 1959. *Open-Channel Hydraulics*. McGraw Hill Book Company, Inc., New York.
- [3]. Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Jakarta.
- [4]. Fasdarsyah. 2016. *Analisis Karakteristik Sedimen Dasar Sungai Terhadap Parameter Kedalaman*. *Teras Jurnal*, 6(2).
- [5]. Indradewa, M. S. 2008. *Potensi dan upaya Penanggulangan Banjir Sungai Wolowona, Nangaba dan Kaliputih di Kabupaten Ende*. Universitas Negeri Sebelas Maret, Surakarta.
- [6]. Isnugroho. 2006. *Tinjauan Penyebab Banjir dan Upaya Penanggulangan*. *Jurnal Air, Lahan, Lingkungan dan Mitigasi Bencana*, 7(2).
- [7]. Istiarto. 2014. *Modul Pelatihan Simulasi Aliran 1-Dimensi dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS Jenjang Lanjut*. Diakses dari <http://istiarto.staff.ugm.ac.id/>.
- [8]. Kodoatie, R. J. 2013. *Rekayasa Manajemen Banjir Kota*. Andi, Yogyakarta.
- [9]. Lim, N. J. 2018. *Modelling, Mapping and Visualisation of Flood Inundation Uncertainties*. Gävle University Press, Swedia.
- [10]. Nkwunonwo, U. C., Whitworth, M., & Baily, B. 2020. *A review of the current status of flood modelling for urban flood risk management in the developing countries*. *Scientific African*, e00269. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00269>.
- [11]. Reid, G. K. 1961. *Ecology of Inland Waters and Estuaries*. Reinhold Publishing Corporation, New York.
- [12]. Rosyidie, A. 2013. *Banjir: Fakta dan dampaknya, Serta Pengaruh dari Tata guna Lahan*. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 3, 241-249.
- [13]. Suripin. 2003. *Sistem Drainase Kota Yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [14]. Triatmodjo, B. 1993. *Hidraulika II*. Beta Offset, Yogyakarta.
- [15]. Utoro, D. F. 2019. *Pemanfaatan Web SIG Untuk Inventarisasi Bangunan Sungai Ngrowo (Studi Kasus: Kabupaten Tulungagung)*. Skripsi. Institut Teknologi Nasional Malang, Malang.