



Review Design Box Culvert Terhadap Banjir Sungai Cangk Di Kecamatan Candipuro Kabupaten Lumajang

Rezky Susmono Karuru*¹, Clara Zenicha Lioni¹, Tiffani Mandasari Putri Mantong¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako, Palu, Jalan Soekarno Hatta

*Penulis korespondensi: rezkykaruru@untad.ac.id

DISUBMIT 2 Desember 2024

DIREVISI 11 Desember 2024

DITERIMA 12 Desember 2024

ABSTRAK Dusun Kamar Kajang dulunya merupakan salah satu kawasan padat penduduk di Desa Sumberwuluh, Kecamatan Candipuro adalah kawasan padat penduduk yang rentan terhadap banjir. Hampir setiap tahun, wilayah ini mengalami banjir yang mengakibatkan kerusakan lingkungan dan infrastruktur. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan banjir yang disebabkan oleh luapan Kali Kasin dan mengidentifikasi cakupan area genangan banjir. Pendekatan hidrolika digunakan untuk memodelkan debit air pada setiap segmen sungai dengan bantuan perangkat lunak HEC-RAS. Selain itu, metode GIS dimanfaatkan untuk memvisualisasikan area genangan dan dampak banjir, serta mempersiapkan data spasial seperti geometri sungai, deliniasi daerah aliran sungai, dan kebutuhan analisis spasial lainnya. Data debit Banjir diperoleh dari analisa Hidrologi oleh P2JN dengan periode ulang Q50 tahun sebesar 50 m³/s. Sumber data geometrik diperoleh dari Model Elevasi Digital hasil citra DEMNAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemodelan banjir berhasil memvisualisasikan daerah genangan di Dusun Kamar Kajang, dan melakukan perencanaan desain Box Culvert sebagai salah satu penanganan banjir di Sungai Cangk. Analisis ini juga merubah desain box culvert eksisting agar mengurangi dampak limpasan baik dari sungai dan jalan.

KATA KUNCI Banjir; HEC-RAS; SIG; Box Culvert

1 PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang kerap kali terjadi di Indonesia, salah satunya adalah bencana banjir yang terjadi di beberapa wilayah setiap musim penghujan. Sungai Cangk yang terletak di Kabupaten Lumajang merupakan salah satu sungai yang mengalami banjir hampir setiap musim penghujan. Banjir yang terjadi khususnya di sepanjang Sungai Cangk di wilayah Kecamatan Candipuro merendam permukiman warga yang terletak di sepanjang sungai tersebut.

Sejalan dengan perkembangan wilayah perkotaan, terjadi perubahan penggunaan lahan terutama di kota-kota besar. Perubahan yang paling nyata adalah terjadinya alih fungsi dari lahan terbuka menjadi menjadi kawasan terbangun. Adanya perubahan fungsi lahan Kota Malang memberikan dampak pada perubahan tata air wilayah. Perubahan tata air adalah salah satu sebab yang berkaitan erat terhadap peristiwa banjir perkotaan. [1]

Bencana banjir disebabkan oleh beberapa faktor, baik faktor alam maupun manusia [2]. Banjir yang disebabkan oleh faktor alam antara lain karena curah hujan, pengaruh fisiografis, erosi, sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase yang tidak memadai dan pengaruh air pasang. Sedangkan faktor-faktor yang disebabkan oleh manusia adalah perubahan kondisi DAS, kawasan kumuh, sampah, drainase lahan, bendung dan bangunan air, kerusakan bangunan pengendali banjir dan perencanaan sistem pengendalian banjir yang tidak tepat. [3]

Kajian yang berbasis keruangan tidak terlepas dari peranan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai alat pendukung. SIG merupakan suatu prosedur terkomputerisasi yang digunakan untuk menampilkan, menerima, menyimpan, menganalisa, dan memproses data spasial dan data non-spasial (data atribut) [4]. Penggunaan SIG, pengindraan jauh, dan integrasi dengan perangkat lunak analisis hidrologi seperti HEC RAS dan HEC-GeoRAS



Gambar 1 Metodologi review perencanaan Box Culvert di Sungai Cangka

memberikan kemudahan dalam pemodelan banjir [5].

Data DEM berperan penting untuk pengembangan model komponen basin pada model HEC HMS dan data geometrik dalam model HEC-RAS. Data DEM berperan penting dalam model hidrologi, model hidraulik dan peta persebaran bahaya banjir [6] [7], memprediksi banjir dengan memanfaatkan penginderaan jauh, SIG, dan perangkat lunak analisis hidrologi (HEC RAS dan HEC-GeoRAS) di Sungai Cangak.

Data geometri sungai dapat diperoleh dari berbagai macam sumber. Pada resolusi yang rendah, data geometri sungai dan karakteristik terrain dapat peroleh menggunakan SRTM [8]. Selain data DEM sebagai sumber data geometris, pemodelan dibentuk dari parameter-parameter hidrologis untuk memprediksi daerah-daerah terdampak banjir dengan besaran dan volume tertentu, seperti debit sungai dan curah hujan. [5]

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan bangunan perlintasan sungai yaitu Box Culvert terhadap pemodelan banjir di sepanjang ruas Sungai

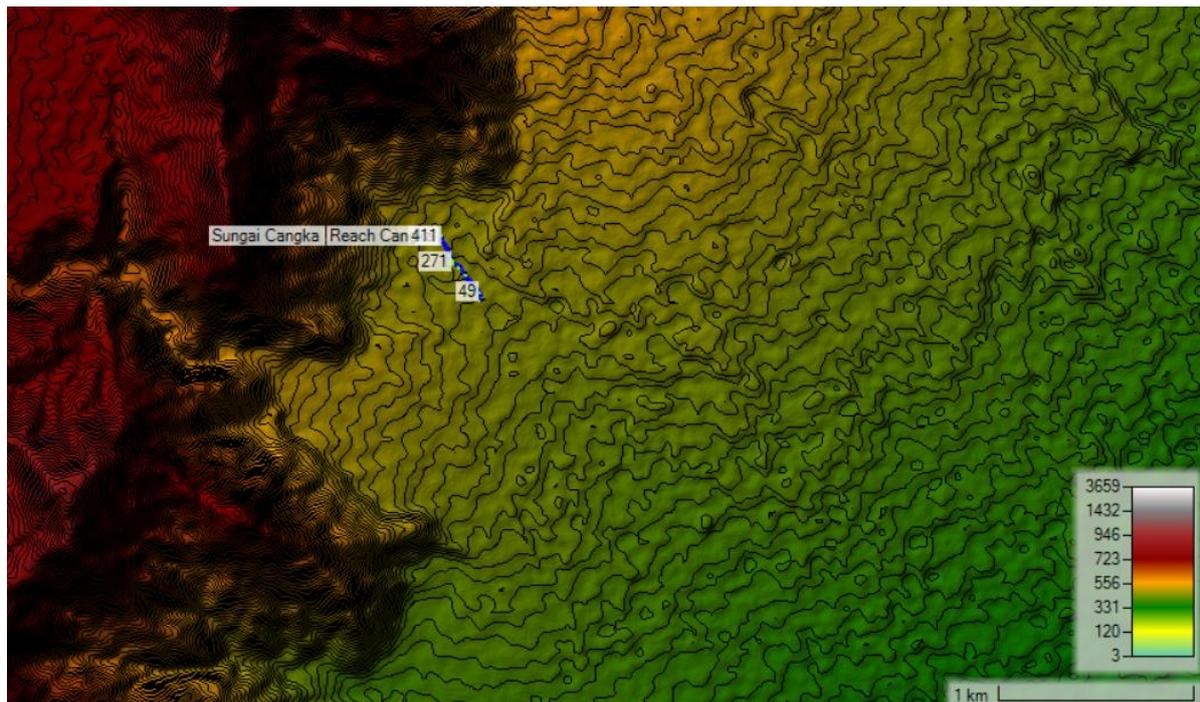
Cangak yang melintasi Dusun Kamar Kajang Kabupaten Lumajang, serta melakukan visualisasi genangan banjir dan dampaknya terhadap lingkungan di sekitar bantaran Sungai Cangak dalam bentuk peta untuk mendukung mitigasi bencana.

2 METODOLOGI

HEC-RAS merupakan inti sari dari analisa ini agar review perencanaan pengalihan sungai Cangka dapat direalisasikan. Untuk mempermudah analisa maka disusun beberapa metodologi seperti pada Gambar 1. Kondisi Eksisting, digunakan untuk mengetahui kondisi sebenarnya yang terjadi di kondisi asli dengan skala 1:1. Kondisi setelah normalisasi sungai, digunakan untuk menganalisa hasil perencanaan ulang dalam *design* geometrik sungai dengan melakukan simulasi dengan bantuan aplikasi.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Debit sungai tertinggi dalam 50 tahun terakhir mencapai 50 m³/s, yang terjadi di wilayah hulu Sungai Cangak. Hasil simulasi genangan banjir untuk debit tersebut dapat dilihat pada Gambar 2. Area penelitian terdapat pada garis warna biru,



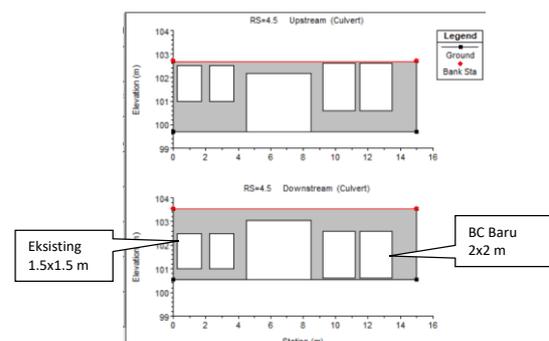
Gambar 2 Gambar peta DEM lokasi sungai Cangka

menggunakan latar belakang data Model Elevasi Digital (DEM).

Pengamatan lebih rinci menunjukkan adanya beberapa segmen sungai yang tidak mengalir berdasarkan hasil simulasi. Hal ini ditandai dengan pola aliran sungai yang terputus di beberapa bagian, seperti terlihat pada Gambar 4. Setelah dilakukan verifikasi lapangan, diketahui bahwa kondisi ini disebabkan oleh data *cross-section* yang dihasilkan dari DEM tidak mampu merepresentasikan keadaan sebenarnya di lapangan. Data DEM yang digunakan tidak dapat secara akurat menggambarkan aliran sungai yang berada di bawah tanah. Di wilayah Sungai Cangka, yang mengalir melalui area pemukiman warga, terdapat beberapa segmen aliran sungai yang tertutup oleh jalan. Ketika dilakukan survei lapangan di area yang pada model menunjukkan aliran terputus, ditemukan bahwa beberapa bagian merupakan aliran bawah tanah, sehingga sulit terdeteksi oleh data DEM.

Evaluasi dimensi box culvert dilakukan dengan menghitung kapasitas box culvert terpasang, kapasitas box culvert terpasang (Q_{ex}) selanjutnya dibandingkan dengan debit banjir rencana (Q_{10} , Q_{20} , dan Q_{25})

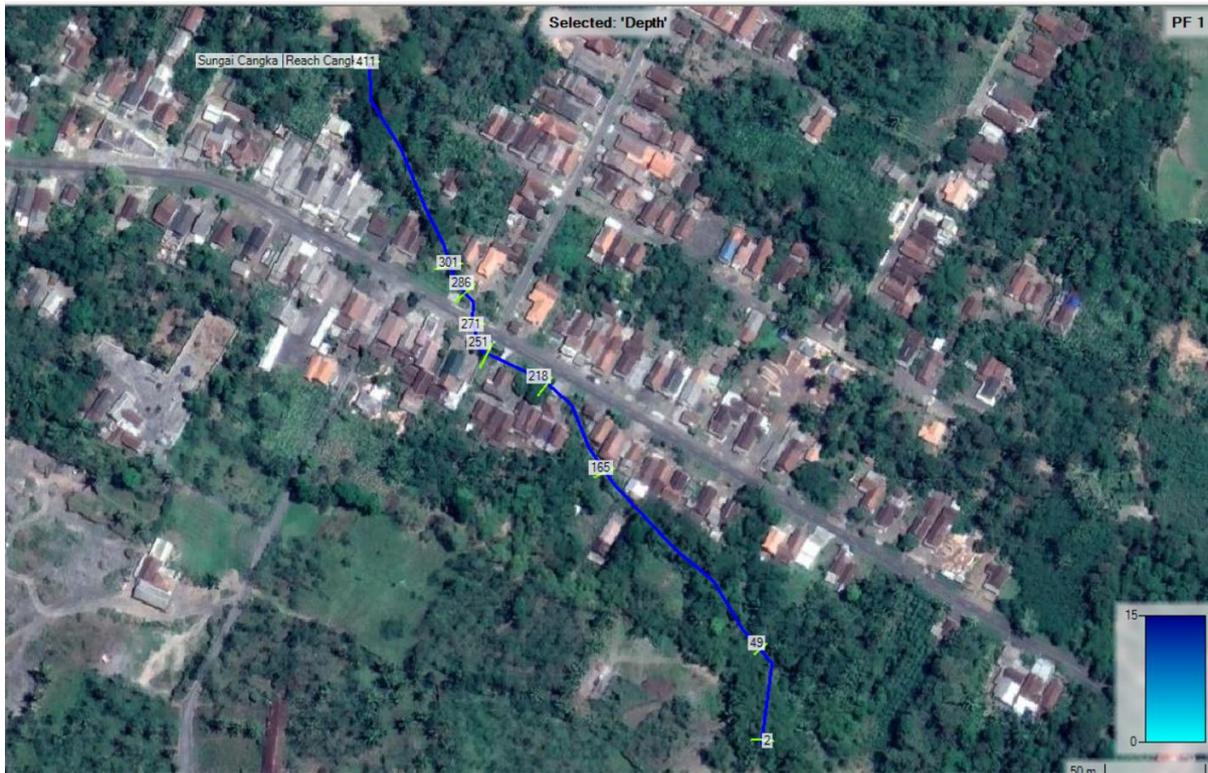
untuk mengetahui apakah dimensi eksisting mampu mengalirkan debit rencana. Kriteria yang digunakan adalah jika Q_{ex} lebih dari debit banjir rencana, maka dimensi box culvert mampu mengalirkan debit banjir rencana. Menambahkan struktur Box Culvert dan Jembatan sebagai tambahan inlet di perlintasan pada Gambar 3.



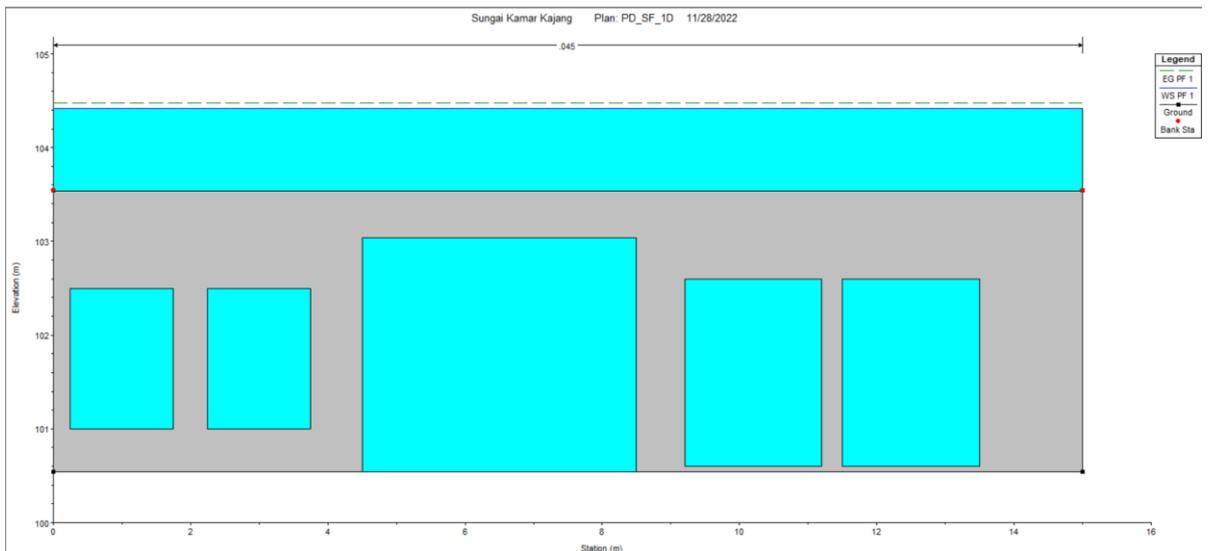
Gambar 3 Penambahan box culvert dan struktur jalan

Melakukan simulasi penampang sungai dan perlintasan Box Culvert terhadap debit $50\text{m}^3/\text{s}$. pada Gambar 5 terjadi luapan ke arah jalan sekitar 0.86 m .

Dari hasil review perencanaan terhadap debit yang sudah di kaji maka pada Gambar 6 menampilkan rekap dari keseluruhan



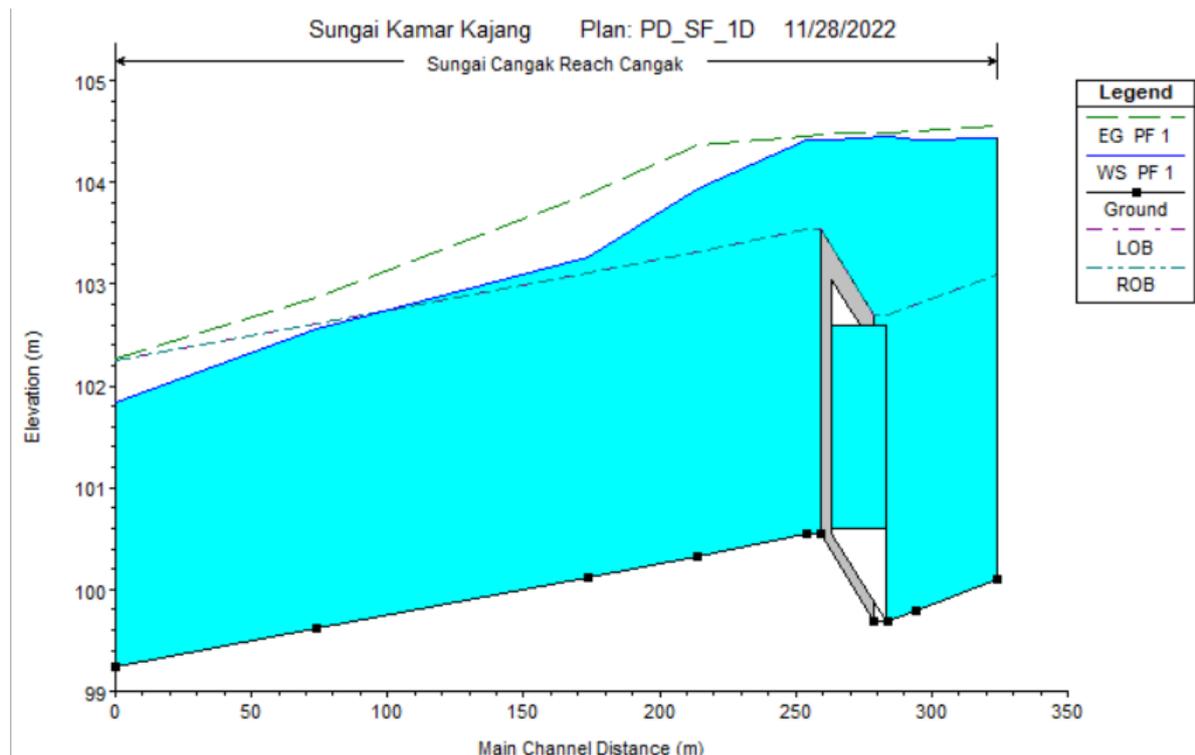
Gambar 4 Lokasi Sungai Cangka di Dusun Kamar Kajang



Gambar 5 Tinggi muka air di area perlintasan

| HEC-RAS Plan: 1D Penampang rencana River: Sungai Cangak Reach: Reach Cangak Profile: PF 1 | | | | | | | | | | | | Reload Da |
|---|-----------|---------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|----------------|----------------|---------------|--------------|
| Reach | River Sta | Profile | Q Total (m3/s) | Min Ch El (m) | W.S. Elev (m) | Crit W.S. (m) | E.G. Elev (m) | E.G. Slope (m/m) | Vel Chnl (m/s) | Flow Area (m2) | Top Width (m) | Froude # Chl |
| Reach Cangak | 7 | PF 1 | 50.00 | 100.09 | 104.44 | 102.19 | 104.55 | 0.001428 | 1.45 | 34.47 | 10.00 | 0.25 |
| Reach Cangak | 6 | PF 1 | 50.00 | 99.79 | 104.41 | | 104.50 | 0.001162 | 1.34 | 37.19 | 10.00 | 0.22 |
| Reach Cangak | 5 | PF 1 | 50.00 | 99.69 | 104.45 | 100.73 | 104.48 | 0.000239 | 0.70 | 71.42 | 15.00 | 0.10 |
| Reach Cangak | 4.5 | | Culvert | | | | | | | | | |
| Reach Cangak | 4 | PF 1 | 50.00 | 100.54 | 104.41 | | 104.45 | 0.000430 | 0.86 | 58.07 | 15.00 | 0.14 |
| Reach Cangak | 3 | PF 1 | 50.00 | 100.32 | 103.94 | | 104.37 | 0.009341 | 2.90 | 17.21 | 6.00 | 0.55 |
| Reach Cangak | 2 | PF 1 | 50.00 | 100.12 | 103.26 | | 103.88 | 0.015133 | 3.48 | 14.36 | 6.00 | 0.72 |
| Reach Cangak | 1 | PF 1 | 50.00 | 99.62 | 102.55 | | 102.86 | 0.006228 | 2.45 | 20.37 | 9.87 | 0.55 |
| Reach Cangak | 0 | PF 1 | 50.00 | 99.24 | 101.84 | 101.33 | 102.27 | 0.010010 | 2.92 | 17.10 | 9.19 | 0.68 |

Gambar 6 Rekap hasil simulasi penampang sungai Cangak STA 0+220 sampai hilir 0+544



Gambar 7 Profil memanjang Sungai Cangkang

crossing dari hulu sungai Cangkang STA 0+220 sampai hilir STA 0+544.

Pada Gambar 7 menampilkan profil memanjang dari sungai Cangkang, sisi kiri merupakan hilir dan sebelah kanan adalah hulu. Terlihat bahwa terjadi kenaikan muka air di bagian hulu terutama yang mengarah ke perlintasan box culvert.

4 KESIMPULAN

Secara tampungan dari dimensi penampang rencana masih belum bisa menampung debit aliran $50 \text{ m}^3/\text{s}$. Masih terjadi luapan ke arah jalan raya setinggi 0.86 m .

Adapun permasalahan lain adalah penampang sungai yang berada di hulu mengalami pendangkalan dan tidak memiliki tanggul (rusak). Efek ini bisa mengakibatkan permasalahan di areal hilir sungai terutama yang mengarah ke batas proyek pengerjaan jalan.

Dengan box culvert ukuran $2 \times 2 \text{ m}$ dan tambahan struktur jembatan belum cukup bisa mengalirkan debit $50 \text{ m}^3/\text{s}$. Namun dengan kemiringan memanjang sungai dan box culvert bisa mengalirkan aliran air lebih cepat yaitu 3 m/s sehingga air cepat surut.

Dengan penambahan outlet di beberapa titik hal ini bisa juga mengurangi dampak limpasan air baik dari sungai dan jalan. Kondisi penampang yang ada di hilir terjadi penyempitan atau penampang basah lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suripin, Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2004.
- [2] L. N. Arief, B. S. Purnama and T. Aditya, "Pemetaan risiko bencana banjir rob Kota Semarang," in *The 1st Conference on Geospatial Information Science and Engineering*.
- [3] R. J. Kodoatie, Banjir: Beberapa penyebab dan metode pengendaliannya dalam perspektif lingkungan, Pustaka Pelajar, 2002.
- [4] A. M. Melesse, W. D. Graham and J. D. Jordan, "Spatially distributed watershed mapping and modeling: GIS-Based storm runoff response and hydrograph analysis: Part 2," *Journal of Spatial Hydrology*, vol. 3, no. 2, pp. 1-28, 2003.
- [5] S. M. J. S. Samarasinghe, H. K. Nandalal, D. P. Welivitiya, J. S. M. Fowze, M. K. Hazarika and L. Samarakoon, "Application of remote sensing and GIS for flood risk analysis: A case study at Kalu-Ganga River, Sri Lanka," *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*, vol. XXXVIII, no. 8, pp. 110-115, 2010.
- [6] S. Ullah, M. Farooq, T. Sarwar, M. J. Tareen and M. A. Wahid, "Flood modelling and simulations using

hydrodynamic model and ASTER DEM - A case study of Kalpani River," *Arabian Journal of Geosciences*, vol. 9, 2016.

- [7] O. Martin, A. Rugumayo and J. Ovcharovichova, "Application of HEC HMS/RAS and GIS Tools in Flood Modelling: A Case Study for River Sironko - Uganda," *Global Journal of Engineering, Design & Technology*, vol. 1, no. 2, pp. 19-31, 2012.
- [8] B. R. S. Tambunan and P. B. Santosa, "Progo Watershed Delineation and River Network Analysis using SRTM DEM and Contour DEM Hypsography of RBI 1:25000," in *2018 4th International Conference on Science and Technology*, Yogyakarta, 2018.