

Pembuatan Peta 3D Urban Model Untuk Visualisasi Dampak Banjir

Adkha Yulianandha M¹, Feny Arafah², Lalu Teguh S³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP),
Institut Teknologi Nasional Malang, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Nov 24 ,2021

Revised Oct 06 ,2022

Accepted Dec 29 ,2022

Keywords:

3D Urban Models,
3D Visualization,
Flood ,
Jelateng River

ABSTRACT

3D modeling is a process to create 3D objects that you want to put in a visual form. A 3D model is a mathematical representation of any three-dimensional object (either inanimate or living). A model is technically graphical until it is visually displayed. Because 3D models are not limited to virtual space. A model can be displayed visually as a two-dimensional image through a process called 3D rendering, or used in non-graphical computer simulations and calculations. In this case, the geographic information system can present a form of modeling of a hydrological phenomenon such as flooding in an area. This study aims to analyze the flood and visualize it in the form of three-dimensional modeling to see the impact of a flood threat due to the Jelateng river's overflow. This study emphasizes information related to the impact caused by the overflow of the Jelateng river. Making a 3D urban map model will be used as a representation of the appearance of the Jelateng river area and then it will be visualized using DEMNAS data on the ArcScene with the animation manager so that the visualization can be seen according to the scenario that will be carried out. The results of the study are expected to provide an overview of the impact of the flooding of the common river with 3D model visualization, as well as input for local governments in decision-making.

Copyright © 2022 Universitas Indraprasta PGRI.
All rights reserved.

Corresponding Author:

Adkha Yulianandha M
Program Studi Teknik Geodesi,
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP)
Institut Teknologi Nasional Malang,
Jl. Sigura-Gura No.2, Sumbersari, Kec. Lowokwaru, Kota Malang.
Email: adkha.yulianandha.mabrur@lecturer.itn.ac.id

1. PENDAHULUAN

Secara fundamental terjadinya banjir di wilayah metropolitan dapat dianalisa dari beberapa faktor seperti salah satunya unsur hidrologi. Banjir bisa terjadi dikarenakan campur tangan manusia, diantaranya penebangan hutan di Daerah Aliran Sungai (DAS) terutama di daerah hulu (Karnisah. dkk, 2017). Selain itu rata-rata penyebab terjadinya banjir di Indonesia adalah curah hujan yang tinggi atau melalui banjir bandang akibat dari meluapnya sungai (Alfiansyah., 2017). Salah satu upaya dalam menangani permasalahan terkait banjir tersebut diperlukan suatu informasi yang berbasis data spasial. Informasi spasial erat kaitannya dengan pemanfaatan suatu Sistem Informasi Geografis sebagai metode dalam hal analisis suatu permasalahan (Nuryanti. dkk, 2018). Selain itu, kapasitas Sistem Informasi Geografis dapat memperkenalkan jenis tampilan model hidrologi seperti banjir di wilayah metropolitan (Rajabidfard, et al, 2003). Perlu adanya suatu pendekatan untuk langkah awal dalam mendapatkan informasi penanggulangan tingkat bahaya banjir. Informasi tersebut dapat berupa pemodelan tiga dimensi (3D) yang mana pemodelan tersebut dapat memberikan gambaran atau visualisasi terkait kondisi objek yang akan dikaji. Kebutuhan akan data 3D saat ini semakin penting sebagai pertimbangan untuk mencari solusi dari sebuah permasalahan yang terjadi. Selain itu

pemanfaatan data informasi tiga dimensi juga sangat berguna bagi beberapa bidang, seperti dalam hal penyelidikan biologis, pemeriksaan kualitas ekologis, pemeriksaan topografi, penyelidikan tambang, oseanografi, desain arkeologi dan robotisasi rute kendaraan, perencanaan tata kota dan wilayah (Raper.J, 1992)

Desa Jelateng mayang adalah desa yang rawan akan bencana banjir. Pada 28 Januari 2021 ketika curah hujan tinggi dengan durasi yang lama mengakibatkan desa Jelateng Kecamatan lembar terkena banjir. Banjir ini terjadi karna intensitas hujan yang sangat tinggi sehingga menyebabkan meluapnya air sungai Jelateng di desa Jelateng. Terdapat lima dusun yang terendam banjir diantaranya Dusun Jelateng Mayang, Dusun Jelateng Mayang Utara, Dusun Jelateng Baru, Dusun Penyeleng, dan Dusun Jelateng Barat. Banjir yang terjadi di Desa Jelateng menyebabkan kerugian sementara sebesar Rp 120.000.000. Hasil laporan dari setiap kepala dusun yang terdampak bencana banjir diantaranya Dusun Jelateng Barat dan Dusun Jelateng Baru sebanyak 198 Kepala Keluarga, Dusun Penyeleng sebanyak 175 Kepala Keluarga, Dusun Jelateng Mayang sebanyak 201 Kepala Keluarga, dan Dusun Jelateng Mayang Utara sebanyak 211 Kepala Keluarga (BNPB, 2017). Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan suatu informasi terkait dampak dari banjir yang terjadi akibat meluapnya sungai Jelateng. Pemodelan visualisai 3D diharapkan dapat memberikan referensi dan dapat dijadikan pertimbangan dalam pengambilan suatu keputusan bagi pihak yang berkepentingan (Triyananda dkk, 2018).

Kajian terkait 3D model sangat diperlukan karena kebutuhan suatu informasi dan perkembangan teknologi, dari yang sebelumnya hanya sebatas 2D dan berkembang ke arah 3D (Oemar dkk, 2014). Informasi dan kenampakan dari hasil pemodelan tersebut dapat lebih detail dan mewakili kenampakan seperti kondisi aslinya. Kajian terkait debit banjir biasanya dengan menggunakan pemodelan HEC-HMS dengan menggunakan program HEC-RAS sebagai pertimbangan biaya pengerukan sungai. Berdasarkan beberapa jurnal tersebut penelitian ini dilakukan juga untuk mengetahui konsep pemodelan dan visualisasi 3D terkait dengan dampak banjir di daerah sungai Jelateng. Sehingga dari hasil penelitian nanti dapat dijadikan masukan terkait informasi banjir sungai Jelateng.

2. METODE

Kajian penelitian pada aliran Sungai Jelateng yang mengalir melintasi Desa Sekotong Timur. Desa Sekotong Timur terletak 4 km dari ibu kota Kecamatan Lembar dan berjarak 13 km disebelah timur ibu kota Kabupaten Lombok Barat, dengan luas wilayah Desa Sekotong Timur mencapai 11.01 km². Secara koordinat Sungai Jelateng terletak pada koordinat latitude dan longitude -8,757581 116,084122 seperti terlihat pada gambar 8. Masyarakat Desa Sekotong Timur tersebar di sembilan dusun yaitu : Kambeng Timur, Kambeng Utara, Kambeng Barat, Bunbeleng, Dusun Jelateng Sedenggang, Jelateng Timur, Sedenggang, Aikmual, Telage Lindung. Perubahan fungsi lahan yang semula ialah daerah resapan dan dapat menyerap air hujan (infiltrasi), berubah menjadi lahan permukiman dan bangunan gedung, sehingga air hujan cenderung langsung berubah menjadi limpasan permukaan (*runoff*) yang pada akhirnya membebani daya tampung sungai (Purwono, 2013). Ada bebrapa daerah ini sering mengalami banjir akibat luapan Sungai Jelateng, dimana daerah yang sering banjir akibat luapan Sungai Jelateng didominasi oleh lahan pemukiman dan sawah



Gambar 1. Lokasi Penelitian (390008.45E; 9031802.66N Skala 1:5000)
Sumber: Google Earth,2021

Uraian tahapan penelitian berdasarkan gambar 9 yaitu :

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengkompail data CSRT, DEM dan data-data vektor pendukung yang diperoleh pada tahun 2021 dan Data Curah Hujan Harian Stasiun Serumbang tahun 2020 sebagai informasi 3D Model

2. Editing Data

Editinng data dilakukan pada setiap data yang akan digunakan mulai dari penyesuaian lokasi, cropping data, topologi dan beberapa editing lain sesuai dengan kebutuhan pada saat pengolahan data. Alur proses pengolahan data dengan membuat peta DEM dengan cara menggabungkan data titik elevasi dan kontur sungai. Proses ini menggunakan fitur *Topo to Raster* untuk mendapatkan peta DEM kemudian menggunakan *raster to TIN* pada *tool 3D analyst* untuk mendapatkan peta TIN pengolahan ini dilakukan pada aplikasi ArcGIS 10.3 (Cahyono dkk, 2016).

3. Pembangunan 3D Model

Tahapan pembangunan 3D dengan menggunakan data-data yang telah diolah, kemudian disesuaikan dengan rencana visualisasi pada Arcscene. Pemodelan genangan banjir menghasilkan area genangan yang terdampak pada beberapa wilayah. Visualisasi wilayah terdampak menggunakan ArcScene yang digunakan adalah data shapefile wilayah bangunan serta hasil pembuatan luasan banjir.

4. Visualisasi Model

- a) Pemodelan *Geometry* sungai Jelateng ialah memodelkan garis tepi sungai, garis tengah, arah aliran, dan penampang sungai menggunakan fitur ekstensi Hec-GeoRAS
- b) Pemodelan Hidraulika dilakukan untuk mendapatkan hasil dari profil muka air dan karakteristik banjir yang diakibatkan oleh sungai, karakteristik banjir yang dimaksud berupa area dan kedalaman genangan banjir. Adapun data yang digunakan sebagai bahan pemodelan hidraulika ialah data geometri sungai, data curah hujan, dan nilai kekasaran (Manning). Data geometri sungai didapatkan dari hasil pengolahan data sebelumnya yaitu dalam pemodelan geometri sungai. Data gemotri yang berbentuk (.sdf) ditampilkan melalui import geometry from GIS format menggunakan aplikasi HEC-RAS, dimana aplikasi ini berfungsi dalam proses pemodelan hidraulika. Nilai kekasaran atau Manning, adalah nilai yang digunakan untuk menyatakan kekasaran saluran pada sungai. Nilai ini didasarkan pada kondisi penggunaan lahan disekitar sungai yang termasuk dataran banjir. Ketetapan nilai koefisien Manning berdasarkan data dalam hal ini ditampilkan pada table 1 (Marfai, 2013).

Tabel 1. Nilai Koefisien Manning.

No	Penggunaan Lahan	N
1	Permukiman	0.16
2	Pepohonan	0.11
3	Kebun	0.1 – 0.15
4	Sawah	0.04
5	Saluran Sungai	0.03 - 0.045
6	Semak belukar	0.06 – 0.07
7	Tegalan	0.03 – 0.1
8	Rumput/Tanah Kosong	0.03

c) Visualisasi Genangan Banjir Tiga Dimensi

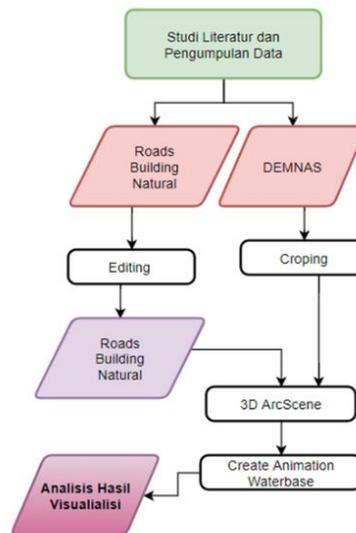
Pembuatan visualisasi genangan banjir tiga dimensi dibuat menggunakan ArcScene. Visualisasi ini akan menghasilkan keluaran berupa tampilan tiga dimensi bangunan yang terdampak banjir, sedangkan video genangan banjir serta luasan area yang terdampak telah dilakukan pada aplikasi HEC-RAS.

d) Prediksi Sebaran Genangan Banjir

Pembuatan prediksi genangan banjir dari data curah hujan dan data spasial berupa DEM/TIN dan gemometri sungai telah berhasil menghasilkan penggambaran daerah dan bangunan yang terdampak banjir akibat luapan Sungai Jelateng. Analisis spasial dan visualisasi dalam bentuk peta, perlu ditambahkan hasil perhitungan HEC-RAS ke dalam ArcGIS dengan melakukan proses *overlay* terhadap data spasial seperti DEM/TIN, Foto Udara dan peta topografi. Data curah hujan juga digunakan sebagai analisa terkait debit air pada wilayah tersebut.

5. Verifikasi Daerah dan Bangunan Terdampak Banjir

Verifikasi dampak banjir dilakukan dengan membandingkan hasil visualisasi model dengan informasi secara deskriptif dari media online dan juga pengumpulan informasi melalui wawancara masyarakat disekitar wilayah Desa Sekotong Timur, terutama di sekitar area sungai Jelateng.

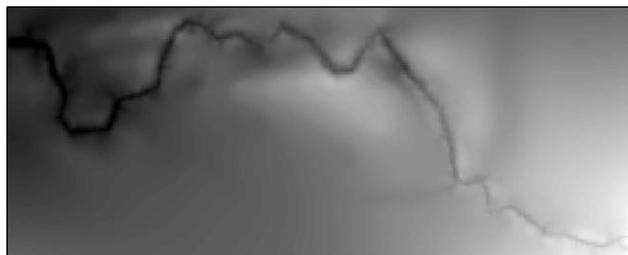


Gambar 2. Diagram penelitian

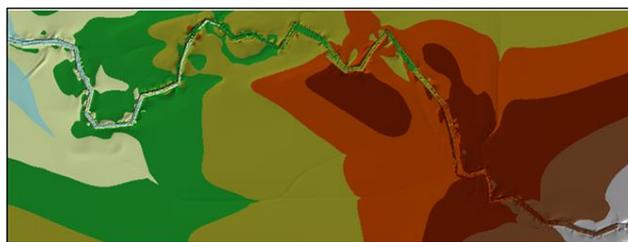
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengolahan Data DEM dan TIN

Digital Elevation Modelling (DEM) adalah salah satu data dasar dalam penelitian ini karena Peta DEM akan digunakan nantinya sebagai dasar pembuatan *Triangulated Irregular Network* (TIN) yang berfungsi sebagai dasar pemodelan genangan banjir tiga dimensi. Proses pembuatan DEM secara garis besar adalah menggabungkan data titik elevasi sungai dan kontur sungai. Dalam proses ini menggunakan fitur di ArcGIS yaitu *Topo to Raster* untuk mendapatkan DEM yang kemudian akan di olah menjadi TIN, alur pengerjaan pembuatan *Digital Elevation Modelling* (DEM) dan TIN

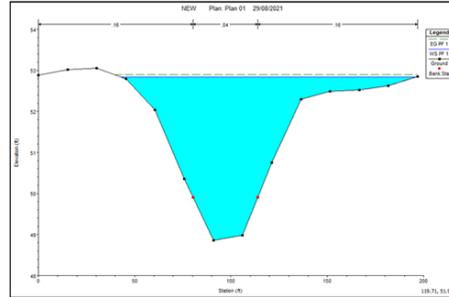


Gambar 3. Digital Elevation Modelling (DEM)

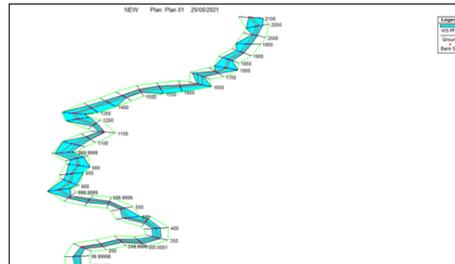
Gambar 4. *Triangulated Irregular Network* (TIN)

3.3. Hasil Pemodelan Hidraulika

Hasil perhitungan debit aliran sungai dalam penelitian ini menggunakan perhitungan debit metode rasional dengan aturan yaitu daerah alirannya kurang dari 80 Ha. Gambar 12-13 merupakan hasil pemodelan HEC-RAS hidraulika



Gambar 5. Tampilan Cross sungai jelatang hasil pemodelan hidraulika

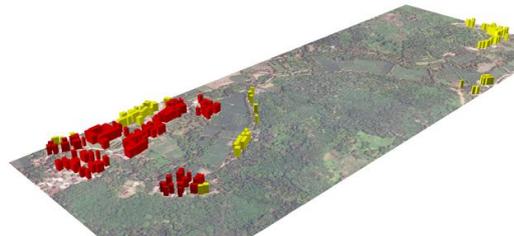


Gambar 6. Tampilan perspektif sungai jelatang hasil pemodelan hidraulika

3.5. Visualisasi Genangan Banjir Tiga Dimensi

a. Hasil Visualisasi Bangunan

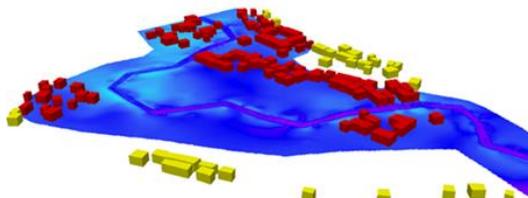
Pemodelan tiga dimensi bangunan sekitar sempadan sungai dibuat berdasarkan footprint / tapak bangunan (posisi bangunan berdiri) dengan menerapkan nilai ketinggian. Pada Program ArcScene bangunan yang telah dibuat sebelumnya di-*extrude*, hal ini dilakukan untuk memberikan nilai ketinggian bangunan. Pada penelitian ini nilai ketinggian setiap bangunan dibuat dengan perkiraan sama setinggi 4 meter. Gambar 15 menunjukkan tampilan tiga dimensi bangunan pada ArcScene. Langkah untuk membuat bangunan tiga dimensi ialah, atur *Extrusion* untuk menampilkan efek 3D building, kemudian masukkan nilai *extrusion*nya sesuai dengan ketinggian masing-masing dari bangunan, dimana dalam hal ini *extrusion*nya langsung menggunakan *expression builder*.



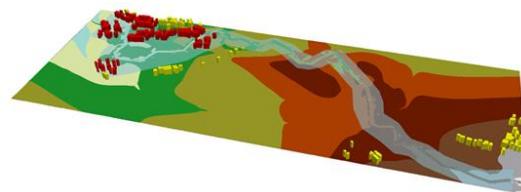
Gambar 7. Tampilan Tiga Dimensi bangunan pada ArcScene.

b. Hasil Visualisasi Genangan Banjir.

Dalam pembuatan visualisasi genangan banjir tiga dimensi aplikasi yang digunakan ialah ArcScene. Data yang perlu ditambahkan dalam menampilkan sebaran genangan banjir ialah layer genangan banjir, aliran sungai, serta bangunan disekitar sempadan sungai. Proses pembuatan visualisasi menggunakan Teknik memposisikan kamera pada posisi yang pas dalam menunjukkan lokasi serta bangunan yang terdampak banjir, untuk luas area yang terdampak diperkirakan sebesar 18,16 Ha.



(a)

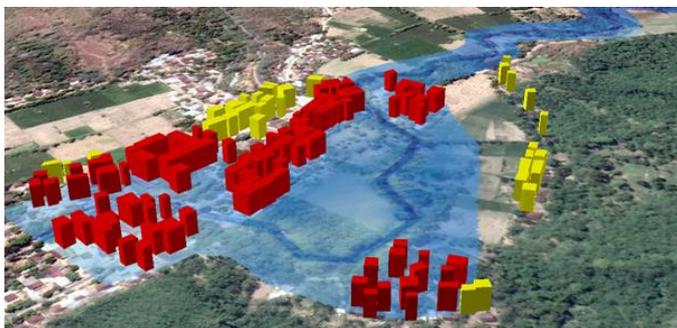


(b)

Gambar 8. Visualisasi genangan a) Genangan Tanpa DEM, b). Genangan dengan DEM

3.6. Hasil Prediksi Sebaran Genangan Banjir

Hasil pengolahan banjir pada HEC-RAS tidak memiliki signifikansi spasial yang banyak, sehingga untuk melakukan analisis spasial dan visualisasi dalam bentuk peta, perlu ditambahkan hasil perhitungan HEC-RAS ke ArcGIS. Dengan melakukan overlay hasil perhitungan HEC-RAS pada data spasial seperti foto udara, DEM/TIN dan peta topografi. Hasil pembuatan sebaran banjir menggunakan data curah hujan menghasilkan wilayah dan bangunan yang terdampak banjir dengan informasi bangunan terdampak adalah polygon berwarna merah sementara bangunan tidak terdampak berwarna kuning, untuk informasi lainnya bisa dilihat pada gambar 17 dan tabel 2 sebagai informasi wilayah atau area terdampak.



Gambar 9. Model Tiga Dimensi daerah dan bangunan terdampak banjir

Tabel 2 Informasi wilayah atau area terdampak banjir Desa Sekotong Timur

No	Jenis Area	Luas atau unit terdampak banjir
1	Dusun Jelateng Timur	
2	Dusun Kambeng	
3	Dusun Sedenggang	18,16 Ha
4	Persawahan, perkebunan, dan jalan	
5	Bangunan terdampak banjir	91 unit
6	Bangunan tidak terdampak banjir	69 unit

Pada Dusun Kambeng berdasarkan hasil visualisasi merupakan daerah dengan genangan terluas, daerah ini menunjukkan hasil visualisasi banjir melanda daerah lahan kosong, persawahan atau, tegalan sehingga resiko korban jiwa relatif rendah dibandingkan daerah dengan padat penduduk pada dusun Jelateng Timur dan dusun Sedenggang.

3.8. Verifikasi Daerah dan Bangunan Terdampak Banjir

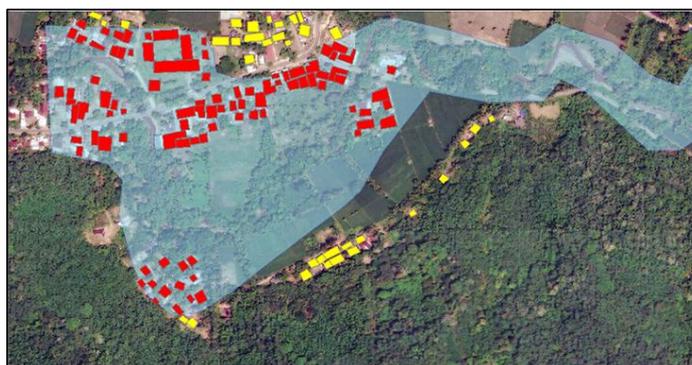
Hasil verifikasi dampak banjir karena luapan sungai jelateng tersebut berdasarkan. Informasi yang diperoleh berdasarkan beberapa sumber informasi terbut bahwa kejadian banjir memnga terjadi hampir setiap tahun terutama ketika curah hujan tinggi. Dampak dari kejadian tersebut juga mengakibatkan kerusakan pada beberapa infrastruktur, rumah warga, sawah dan beberapa fasilitas sosial lainnya, hal ini sangat merugikan warga sekitar jika tidak ditangani dengan baik. Karena mereka harus selalu waspada ketika suatu saat kejadian tersebut datang lagi. Gambaran dari genangan banjir tersebut disajikan pada gambar 20



Gambar 10. Verifikasi sebaran bahaya banjir

Hasil secara deskriptif menunjukkan daerah pemukiman di Dusun Jelateng Timur dan Dusun Sedenggang berpotensi mengalami dampak paling besar, terutama di daerah hilir Sungai Jelateng. Genangan banjir terlihat pada beberapa area disekitar sungai, dan mengakibatkan wilayah dengan padat penduduk yang terdampak diperkirakan sekitar 18,16 Ha. Hal tersebut disebabkan karena letak pemukiman berada sangat dekat aliran sungai Jelateng dan memiliki kontur ketinggian yang hampir sama dengan bibir sungai.

Hasil tersebut kemudian dilakukan proses overlay antara peta hasil simulasi banjir dengan citra satelit sebagai bahan identifikasi daerah dan bangunan yang terdampak banjir. Digitasi bangunan yang terdampak dan proses ekstrude dilakukan untuk mengetahui dan memberikan visualisasi dengan lebih detil terkait objek-objek yang terdampak banjir. Terlihat pada gambar 21 objek warna merah mewakili bangunan disekitar area sungai yang terdampak banjir akibat luapan Sungai Jelateng



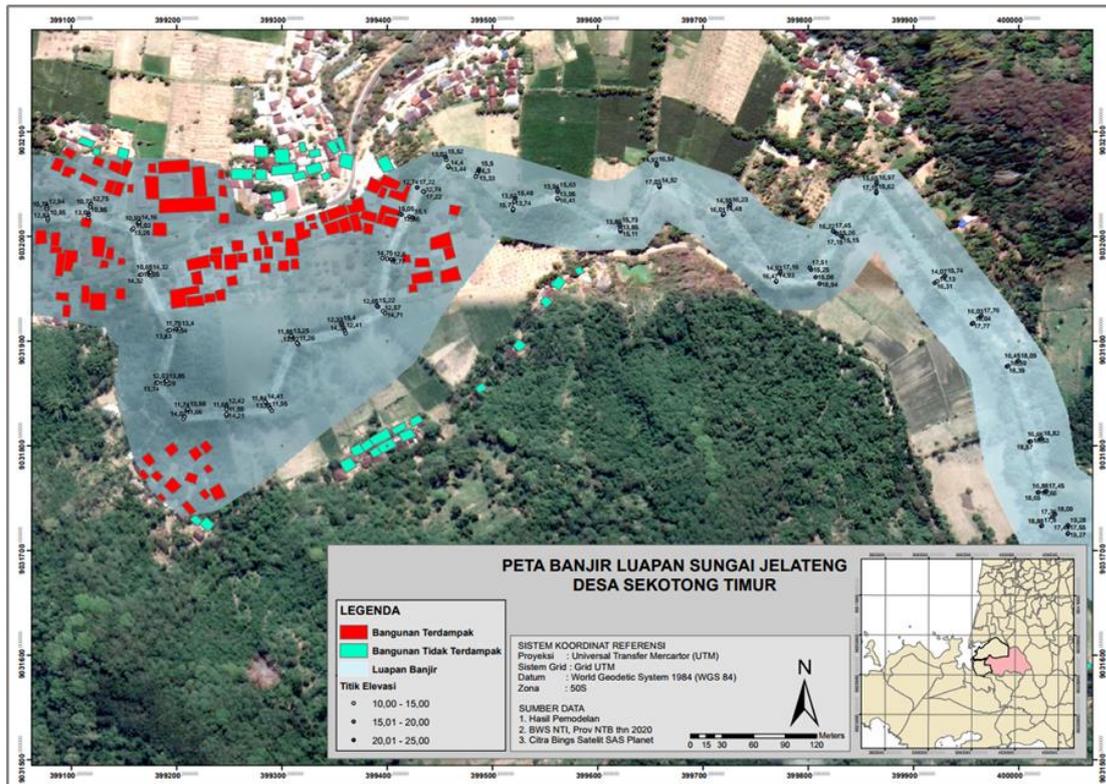
Gambar 11. Gambaran Kawasan terdampak banjir

Dengan proses digitasi dan query spasial terhadap bangunan yang terdampak banjir, maka dapat diketahui informasi jumlah bangunan serta kawasan yang terdampak banjir. Tabel 3 menunjukkan identifikasi sebaran terdampak banjir.

Tabel 3 identifikasi sebaran banjir Desa Sekotong Timur.

No	Identifikasi banjir
1	Bangunan terdampak banjir sebanyak 91 Unit
2	Bangunan tidak Terdampak sebanyak 69 Unit
3	Fasilitas umum seperti sekolah, jalan raya, dan puskesmas
4	Lahan warga seperti persawahan dan perkebunan

Hasil informasi bangunan yang terdampak banjir berjumlah 91 ini merupakan perkiraan jumlah bangunan yang akan terdampak genangan banjir ketika terjadi banjir akibat intensitas hujan atau curah hujan besar. Berdasarkan prediksi banjir yang dibuat dihasilkan rata-rata ketinggian yaitu 0,50–1,2 meter. Kemudian untuk informasi luas area yang terdampak yaitu 18,16 Ha dengan jenis area persawahan, perkebunan, dan fasilitas umum yang berada di Dusun Jelateng Timur, Dusun Sedenggang dan Dusun Kambeng. Maka berdasarkan penelitian ini dusun Kambeng, Jelateng Timur, dan Sedenggang merupakan daerah yang akan mengalami dampak banjir yang parah.



Gambar 12. Peta bangunan terdampak banjir Sungai Jelateng, Desa Sekotong Timur, Kec Lembar.

Informasi terkait keadaan di area sekitar sungai tersebut perlu disosialisasikan terhadap warga dan pihak-pihak dinas terkait sebagai bahan masukan dalam pengambilan kebijakan. Beberapa informasi yang dapat dilihat dari peta hasil genangan banjir tersebut adalah: sebaran genangan banjir, rumah atau bangunan yang terdampak, estimasi kedalaman genangan banjir, serta wilayah administrasi yang menjadi Batasan penelitian. Dari informasi tentang kedalaman banjir, seperti yang ditampilkan pada peta dengan gradasi warna biru, terlihat bahwa kedalaman genangan berkisar antara beberapa centimeter sampai sekitar 1,3 meter. Daerah genangan tertinggi ini terletak pada badan sungai atau aliran sungai itu sendiri (bukan di wilayah permukiman yang tergenang).

4. PENUTUP

Hasil dari pengolahan data DEM/TIN dengan beberapa data pendukung menggunakan ArcGIS dan Hec-RAS menghasilkan visualisasi pemodelan tiga dimensi dengan penampang melintang, hal ini digunakan untuk mengetahui geometry sungai permukaan maupun dasar sungai yang menyerupai atau mendekati bentuk yang sesungguhnya di lapangan. Berdasarkan visualisasi tersebut terdapat beberapa dusun yang terdampak dengan luas area 18.9 Ha yaitu Dusun Kambeng, Dusun Sedenggang, dan Dusun Jelateng Timur dan kurang lebih 91 unit bangunan, serta beberapa kawasan persawahan, perkebunan dan beberapa fasilitas umum. Hasil tersebut menunjukkan bahwa analisa hidraulika dan SIG dengan dan disajikan dalam 3D model dapat memberikan gambaran terkait dampak banjir di sekitar sungai Jelateng, sehingga dapat menjadi salah satu pertimbangan dalam pengambilan suatu kebijakan bagi pihak yang berwenang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alfiansyah, Fitria. 2017. Analisis Bencana Banjir Menggunakan Citra Landsat-8 dan SPOT-6 Untuk Penentuan Daerah Terdampak Banjir (Study Kasus : Kabupaten Sampang). Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- [2] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2017. Data Informasi Bencana Indonesia. Cited in <http://bnpb.cloud/dibi/laporan2> [29 Maret 2018]
- [3] Cahyono, T, Hadi. MP dan Mardiatno.D. 2016. Pemodelan Spasial untuk Pembuatan Peta Rawan Banjir dan Peta Tingkat Risiko Banjir Bengawan Solo di Kota Surakarta. MGI Vol. 29, No. 1

- [4] J. Raper. 1992. *Key 3D Modelling Concepts for Geoscientific Analysis. NATO ASI Series. ASIC. volume 354*
- [5] Karnisah, Iin, dan Astor, Yackob. 2017. Aplikasi Sistem Informasi Geografis Untuk Menentukan Zonasi Daerah Rawan Banjir Dalam Upaya Mengatasi Permasalahan Banjir di Kota Cimahi. Laporan Teknis Kegiatan Penelitian. Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi. Bandung.
- [6] Marfai, A. dkk. 2013. Pemodelan Spasial Bahaya Banjir Rob Berdasarkan Skenario Perubahan Iklim dan Dampaknya di Pesisir Pekalongan. *Jurnal Bumi Lestari*, Volume 13 No. 2, Agustus 2013, hlm. 244-256.
- [7] Nuryanti., J.L. Tanesib.,A dan Warsito., A. 2018. Pemetaan Daerah Rawan Banjir Dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur”. *Jurnal Fisika Sains dan Aplikasinya* 3. 2: 73-79.
- [8] Oemar, Yonatan J., & Samopa, Febriliyan. 2014. Pembangunan Peta Tiga Dimensi Kebun Karet Milik Unit Pelaksana Teknis Balai Benih dan Kebun Produksi dengan Menggunakan Unreal Engine. *JURNAL TEKNIK POMITS* Vol. 3, No. 1, (2014) ISSN: 2337-3539.
- [9] Purwono, Nugroho. 2013. Pemodelan Spasial Untuk Identifikasi Banjir Genangan Di Wilayah Kota Surakarta Dengan Pendekatan Metode Rasional (Rational Runoff Method). Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- [10] Rajabifard, A And Williamson, A. 2003. *Spatial Data Infrastructures: Concept, Sdi Hierarchy And Future Directions. Department of Geomatics, The University of Melbourne*
- [11] Triyananda, D dan Astor, Y. 2018. Pembuatan Smart Map 3d Potensi Banjir Dan Genangan Di Kota Cimahi, Politeknik Negeri Bandung, Bandung, Jawa Barat