

KAJIAN PEMETAAN BANJIR DENGAN HEC – GEORAS STUDI KASUS: SUNGAI TONDANO

Deborah Makasahe

Liany A. Hendratta, Jeffry S. F. Sumarauw

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

email: dmakasahe@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Tondano adalah sungai terbesar di Sulawesi Utara dan juga memiliki potensi bahaya banjir, Sungai Tondano yang memberikan kontribusi banjir pada tanggal 15 Januari 2014 yang merupakan banjir terbesar di Manado sampai saat ini. Banjir tersebut menyebabkan kerugian yang sangat besar serta kerusakan sarana dan prasarana di daerah aliran Sungai Tondano. Adapun tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui potensi banjir yang akan terjadi serta peta genangan banjirnya.

Peta yang digunakan adalah peta geospasial DAS Tondano. Data debit yang digunakan data debit hasil observasi langsung lapangan pada tanggal 15 Januari 2014. Simulasi pemodelan ini menggunakan software HEC-RAS 5.0.5. Pemetaan banjir menggunakan software HEC-GeoRAS 10.2 yang merupakan tools di ArcGIS versi 10.2. Dilakukan digitasi untuk geometri sungai yang termasuk centerline, bank line dan cross section. Setelah dilakukan digitasi dilanjutkan dengan mengexport RAS data untuk simulasi hidraulika. Simulasi yang dilakukan menggunakan software HEC-RAS, geometri sungai yang dipakai adalah hasil import GIS data ke HEC-RAS dan dibutuhkan data kondisi batas serta data aliran. Dan dengan steady flow analysis untuk running simulasi yang dilakukan. Data yang telah disimulasikan diexport ke ArcGIS dan dilakukan RAS Mapping untuk menampilkan hasil pemodelan banjir tahun 2014. Dan ditampilkan dalam bentuk Google Earth.

Diperoleh hasil pemetaan daerah genangan banjir yang terjadi pada hari Rabu, 15 Januari 2014. Tinggi genangan berkisar antara 0,3 meter sampai 6 meter sudah termasuk ketinggian banjir di sungai. Kecepatan aliran banjir yang terjadi adalah 0 sampai 42,9697 m/s.

Kata Kunci : *Peta Genangan Banjir, HEC-GeoRAS, ArcGIS, Sungai Tondano*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai merupakan bagian penting dalam kehidupan manusia tetapi ketika curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan debit air sehingga sungai tidak dapat menampung air lagi. Kenaikan muka air mengakibatkan saluran-saluran pembuangan yang ada tidak dapat membuang air buangan ke dalam aliran alur sungai. Pada waktu banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi maka tinggi muka air banjir di penampang sungai menjadi besar karena terjadi aliran balik (*back water*). Sehingga menggenangi daerah di sekitarnya sehingga mengakibatkan kerugian bagi masyarakat.

Banyak studi tentang banjir dan salahnya adalah dengan menggunakan software digital khusus hidrologi HEC-GeoRAS (*Hydrological Engineering Centre- Geografis River Analysis System*). Software tersebut adalah bagian tools dari ArcGIS (*Architecture Geographic*

Information System) didesain untuk proses data geospasial dan digunakan bersama HEC-RAS (*Hydrological Engineering Centre-River Analysis System*).

Banjir tanggal 15 Januari 2014 salah satu banjir terbesar yang terjadi di Manado, dan beberapa peneliti telah melakukan modelling dan simulasi serta analisis peluapan sungai menggunakan HEC-RAS. Dan untuk lebih memahami hasil analisis ini maka peneliti akan memodelkan aliran banjir Sungai Tondano yang terjadi pada tahun 2014 airnya meluap melalui bantaran sungai dan daerah di sekitar sungai dengan menggunakan HEC-GeoRAS dengan dasar informasi geospasial.

Rumusan Masalah

1. Kejadian banjir terbesar yang pernah terjadi di Kota Manado
2. Kajian banjir yang di tampilkan di lokasi dalam bentuk tampilan dari software HEC-RAS

3. Kekurangan informasi peta genangan atau rawan banjir

Batasan Penelitian

1. Perhitungan yang dilakukan hanya pada Sungai Utama yang dimulai dari pertemuan Sungai Tikala dan Sungai Tondano sampai ke Muara.
2. Data debit banjir yang dipakai adalah debit banjir observasi langsung pada Tahun 2014

Tujuan Penelitian

1. Membuat Peta genangan banjir Tahun 2014 di Manado secara *Geographic Information System (GIS) overlay* di *google earth*
2. Pembuatan peta resiko banjir

Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur
Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai landasan teori yang akan digunakan dalam penelitian ini.
2. Pengumpulan data
Data yang dikumpulkan meliputi data sekunder
3. Analisis data
4. Hasil dan pembahasan
5. Kesimpulan dan saran

LANDASAN TEORI

Daur Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses kontinyu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali lagi ke bumi. Neraca air tahunan diberikan dalam nilai relative terhadap hujan yang jatuh di daratan (100%).

Daerah Aliran Sungai

Untuk menentukan DAS harus menggunakan peta topografi yang memiliki garis-garis kontur. Garis-garis kontur digunakan untuk menentukan arah dari limpasan yang berasal dari titik-titik tertinggi dan bergerak menuju titik-titik terendah. Daerah yang dibatasi oleh titik-titik tertinggi tersebut adalah DAS. Air hujan yang jatuh di dalam DAS akan mengalir menuju sungai

utama yang ditinjau, Sedangkan air hujan yang jatuh di luar DAS akan mengalir ke sebelah sungai.

Banjir

Bahaya maupun bencana sudah ada sejak zaman dahulu. Bencana pada masa tersebut antara lain banjir yang dialami oleh Nuh dan masyarakatnya. Penjelajahan arkeologis juga menunjukkan bahwa manusia pra sejarah menghadapi resiko sama seperti yang dihadapi manusia saat ini seperti kelaparan, kejahatan dari manusia lain, penyakit, serangan hewan liar, dll.

Jenis Sungai

Hidrograf aliran banjir sungai disebabkan oleh air hujan yang melimpas di sungai. Penggolongan sungai dapat dikelompokkan menjadi tiga tipe yaitu yaitu sungai *ephemeral*, sungai *parennial* dan sungai *intermitten*.

Pemetaan Geodesi

Pemetaan geodesi yang meliputi peta topografi sungai, Potongan memanjang dan potongan melintang bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang kontur tanah pada ruas sungai yang di alihkan dan kontur tanah pada ruas sungai pengganti, kemudian dari teori – teori geodesi diharapkan akan didapat informasi tentang kemiringan memanjang dasar sungai, lebar rata – rata dasar sungai, lebar normal rata - rata sungai, kemiringan talud tebing kiri dan kanan sungai dan kedalaman palung pada alur sungai.

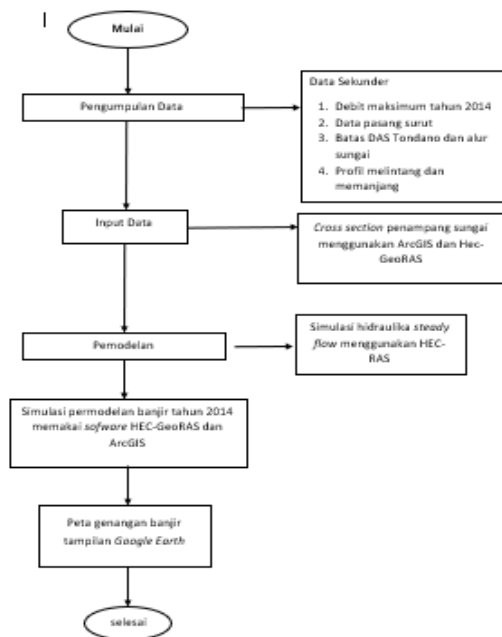
HEC-GeoRAS

Dataran banjir kadangkala sering mendapatkan luapan air dari sungai yang menyebabkan terjadinya genangan dan dapat terjadi secara berkala, dengan HEC-GeoRAS kita bisa menggambarkan peta genangan banjir pada suatu area dataran banjir yang ada.

HEC-GeoRAS menyediakan sejumlah *prosedur, tools* dan *utilities* dari *ArcGIS* untuk memproses data geospasial menjadi data GIS yang dapat dibaca oleh HEC-RAS sebagai data geomeri sungai serta membaca hasil simulasi aliran oleh HEC-RAS dan mengelolanya menjadi data GIS untuk ditampilkan dalam bentuk peta spasial oleh *ArcGIS*.

METODOLOGI PENELITIAN

Tahap pelaksanaan penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Input Data

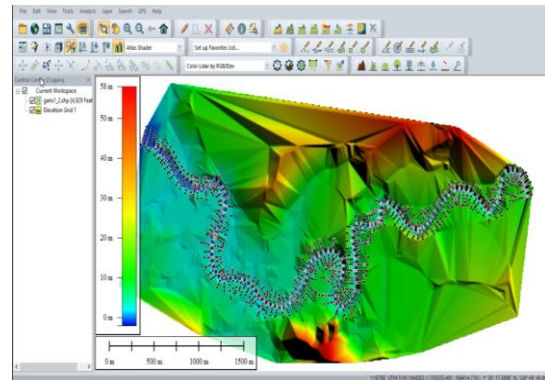
Data yang akan diinput adalah data sekunder yang telah dikumpulkan berupa data debit observasi langsung, data pasang surut, dan profil memanjang serta melintang yang berupa peta geospasial

Data Debit

Data debit maksimum yang terjadi pada tanggal 15 Januari 2014 dan yang terukur di Jembatan Kairagi adalah sebesar $700m^3/s$ dan pada bagian hilir di Jembatan Megawati data debit maksimum yang terukur adalah sebesar $1300m^3/s$ dan di ambil debit yang akan di input sebesar $1300m^3/s$. (*Comprehensive Flood Management Study in Manado City and the Tondano River Basin, 2015*).

Global Mapper

Data geospasial akan di *export* dari *Autocad Shape Source* ke format *GeoTIFF* yang sudah dalam bentuk *elevation* data tersebut akan dipakai untuk *cross section* penampang sungai dengan menggunakan *ArcGIS* dan *HEC-GeoRAS*.



Gambar 2. Global Mapper

ArcGIS dan HEC-GeoRAS

HEC-GeoRAS tampil dalam bentuk *tools* dan menu yang terdapat dalam *ArcMap*, buka aplikasi *ArcGIS* dan input data geospasial yang sudah berada dalam format *GeoTIFF*. Peta yang telah di input di buat dalam bentuk *Triangulated Irregular Network (TIN)*.

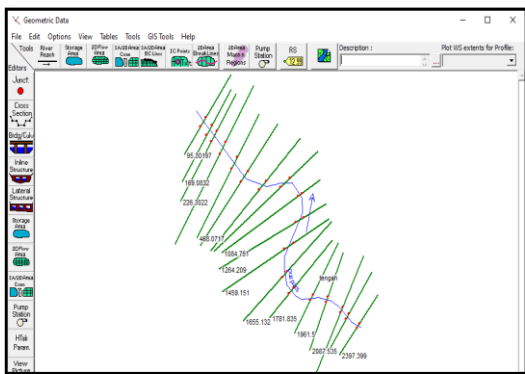
Layers adalah sejumlah layer yang menyimpan geometri sungai seperti *cross section*, *stream centerline*, *bank lines* serta berbagai atribut geometri sungai lainnya. Pengolahan data geospasial dengan *HEC-GeoRAS* adalah membuat atribut-atribut ini dalam *GIS* dan mengekspor hasilnya ke *HEC-RAS* sebagai data geometris sungai. Digitasi geometri sungai terdiri dari:

- Sungai Utama (*Stream Centerline*)
Sungai Tondano yang ditinjau adalah sungai induk yang memiliki panjang 2.4 KM dari pertemuan Sungai Tondano dan Tikala sampai ke Muara Suangai Tondano. Digitasi harus dilakukan mengikuti arah aliran, dari hulu ke hilir dan menerus tidak terputus.
- Tepi Sungai (*Bank Lines*)
Bank lines adalah batas kiri dan kanan alur sungai utama. *Left Bank* memisahkan alur sungai utama dengan bantaran banjir kiri (*Left Overbank*) dan *Right Bank* memisahkan alur sungai utama dengan bantaran banjir kiri (*Right Overbank*). Konvensi arah kiri dan kanan adalah dengan memandang ke arah hilir. Cara digitasi *Bank Lines* mirip dengan cara *Stream Centerline*. Secara konsistensi digitasi *Bank Lines* dari hulu ke hilir, di lakukan pada *Bank Lines* kiri kemudian kanan.
- Alur Utama dan Bantaran (*Flow Path*)

Flow Path merepresentasikan aliran. Ada tiga bagian aliran, yaitu aliran dialur utama, aliran di bantaran banjir kiri, dan aliran dibantaran banjir kanan. *Flow Path* untuk aliran di alur utama dapat memakai *River Centerline*, sedangkan *Flow Path* untuk aliran bantaran banjir perlu digitasi.

d. Tampang Lintang (*Cross Section*)

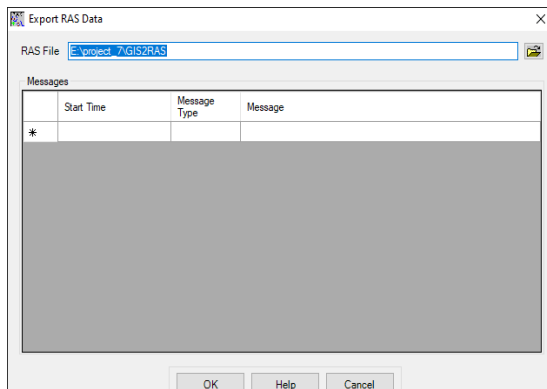
Cross Section adalah salah satu elemen data masukan dalam simulasi aliran banjir di sungai. *Ras Layer* untuk merepresentasikanampang lintang adalah *XSCutlines*.



Gambar 3. XSCutlines yang merepresentasikan tampang lintang

Export RAS Data

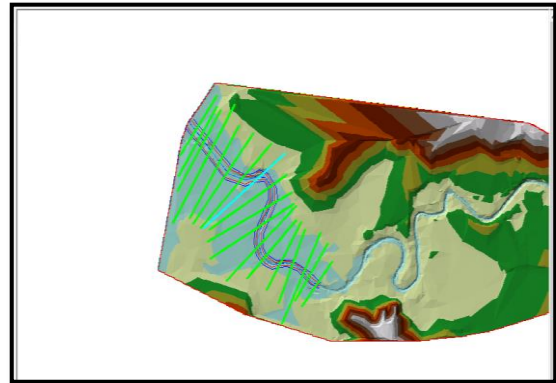
Selanjutnya dengan mengexport data tersebut agar bisa melakukan simulasi hidraulika dengan menggunakan HEC-RAS. Mengexport Data dengan cara : Klik RAS Geometry | Export RAS Data. Lalu klik OK. Pastikan *Layer Setup* sudah sesuai dengan data yang ada.



Gambar 4. EXPORT RAS DATA

Simulasi Hidraulika Steady Flow

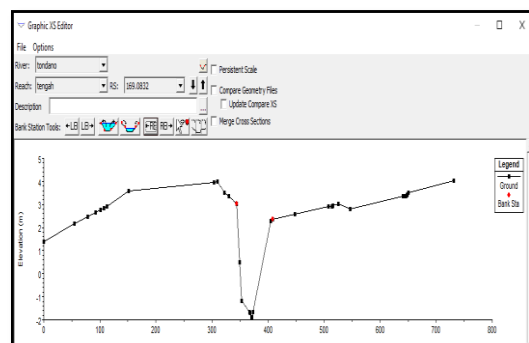
Import GIS Data, klik *Edit Geometric Data*, pilih *File | Import GIS Data | GIS Format*. HEC-RAS akan membaca file yang diimport dan *units* yang akan di pakai gunakan *System International (SI) Units*. GIS Data yang telah diimport akan membentuk geometri sungai sesuai dengan digitasi yang dilakukan di ARC GIS. Pastikan sudah sesuai dengan data.



Gambar 5. Data Geometri Sungai Tondano yang ditinjau sampai muaranya

Graphical Cross Section Editor

Graphical cross section editor sangat menguntungkan karena cross section yang telah di edit di GIS bisa ditambah, dihapus atau dimodifikasi. Klik *tools | Graphical cross section edit* menu. Ada *tools* untuk memindahkan *bank stations* dan mengedit nilai manning n.

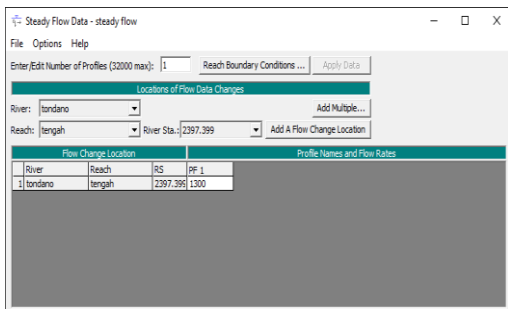


Gambar 6. Grafik XS editor

Steady Flow

Langkah selanjutnya adalah mengisi kondisi batas dan data aliran. Dalam HEC-RAS setiap aliran yang (*flow*) disimulasikan dinamakan *profile*. Dalam penelitian ini kita mendefinisikan satu profil yang meng-

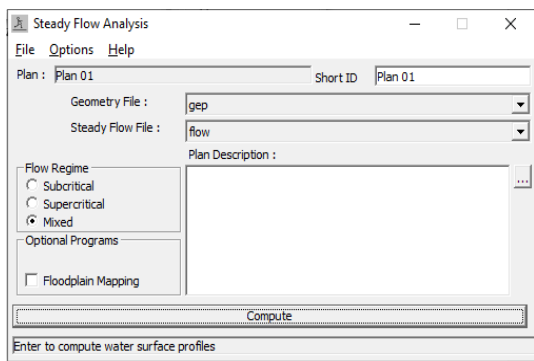
gambarakan debit puncak dihilu, dan dipakai data debit terukur yang terjadi pada tanggal 15 Januari 2014 yaitu $1300 \text{ m}^3/\text{s}$.



Gambar 7. Steady Flow

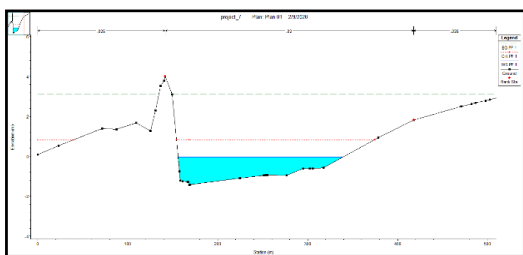
Steady Flow Analysis

Pada tab HEC RAS utama, klik **Run Steady Flow Analysis**. Pilih *mixed* lalu klik **Compute**. Simpan file tersebut sesuai *short ID*.

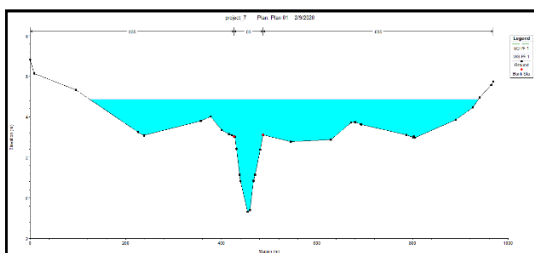


Gambar 8. Steady Flow Analysis

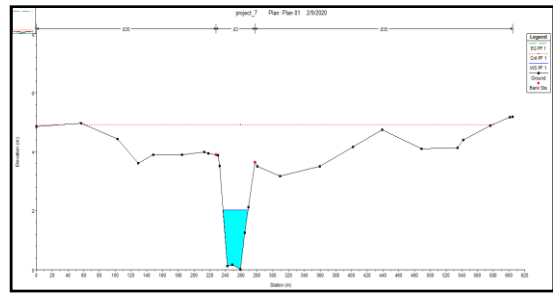
Tampilan *cross section*:



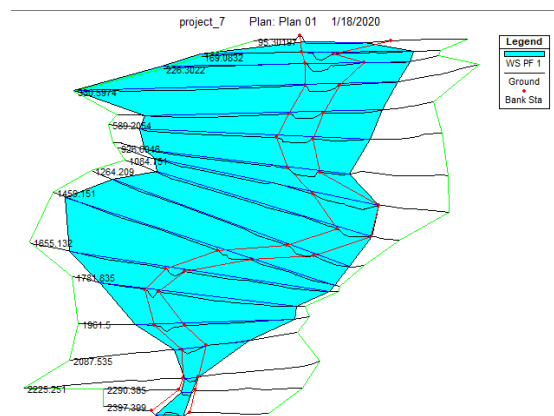
Gambar 9. Tinggi Muka Air STA 0 + 95



Gambar 10. Tinggi Muka Air STA 1 + 665



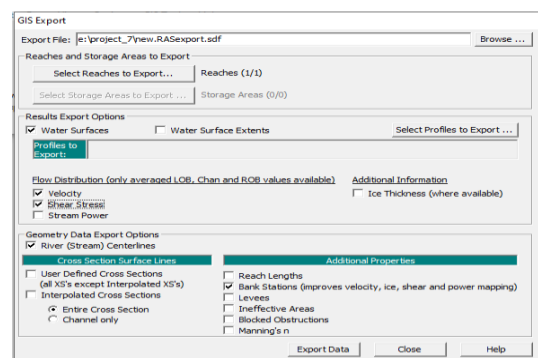
Gambar 11. Tinggi Muka Air STA 2 + 290



Gambar 12. Tampilan 3D HEC-RAS

Export GIS Data

Setelah simulasi, data akan di *export ke ArcGIS*. Klik **File | Export GIS Data**. Untuk parameter pilih *velocity* dan biarkan parameter standar yang sudah ada. Klik tombol **Export data** dan file sdf akan tersimpan.

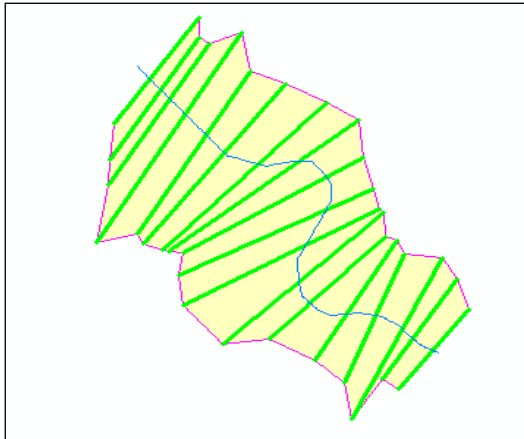


Gambar 12. Export GIS Data

Simulasi Pemodelan Banjir

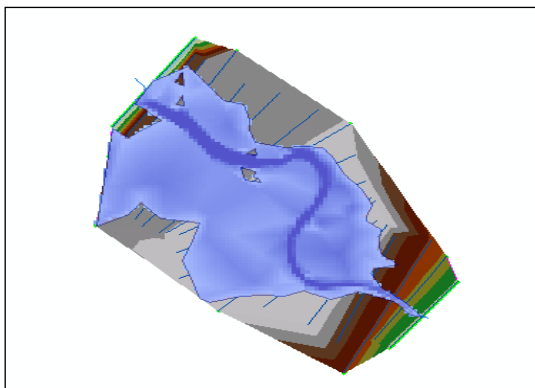
Konversi SDF ke XML. Pada tab *layer setup*, pilih **New Analysis** beri nama kemudian file yang diexport adalah file XML yang di telah di konversi sebelumnya. Dan untuk tipe *terrain* pilih TIN dan input data TIN yang dipakai. Lalu buatlah file sendiri untuk

menyimpan simulasi ini. Klik OK, maka data frame baru akan muncul. Klik pada menu **RAS Mapping | Import RAS Data**. Ini akan membuat polygon batas dengan menyambungkan titik akhir dari *XS Cut Lines*.



Gambar 13. Polygon Tampilkan zona yang menghubungkan titik terluar dari poligon batas.

Langkah terakhir klik **Ras Mapping | Inundation Mapping | Floodplain Delineation Using Raters**, pilih PF 1 dan klik OK. Pada langkah ini permukaan lahan akan diubah menjadi permukaan air. Area dengan hasil positif (artinya permukaan air lebih tinggi dari pada lahan adalah area banjir dan sebaliknya).



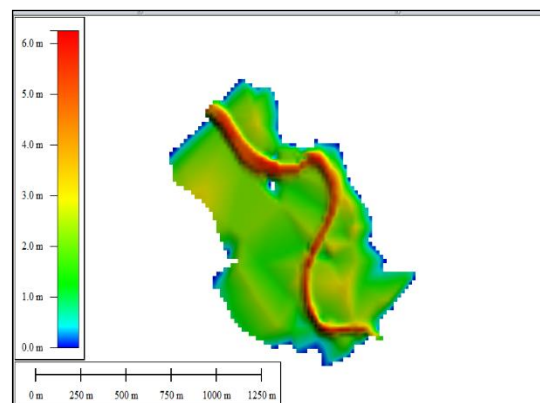
Gambar 14. Genangan Banjir

Peta Genangan Di Google Earth

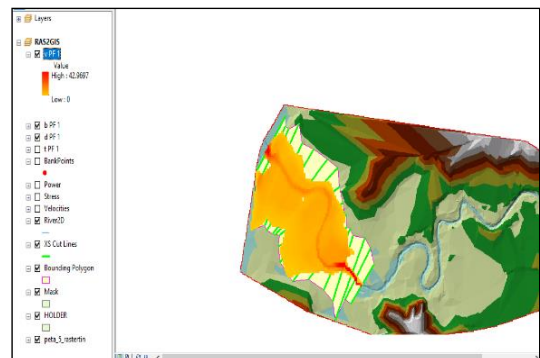
Peta banjir yang telah disimulasi akan di *overlay* ke *Google Earth*.



Gambar 16. Genangan banjir 15 Januari 2014



Gambar 17. Tinggi genangan banjir 15 Januari 2014



Gambar 18. Velocity

PENUTUP

Kesimpulan

1. Dengan panjang sungai yang ditinjau 2,4km yang dimulai dari pertemuan Sungai Tondano dan Sungai Tikala sampai Muara di dapat ketinggian banjir berada dikisaran 0 meter sampai 6 meter, sudah termasuk ketinggian banjir yang di sungai.

2. Hasil simulasi dengan HEC-GeoRAS diperoleh kecepatan banjir berada dikisaran 0 m/s sampai dengan 42,9 m/s.
3. Dari hasil simulasi ini dapat menggambarkan peta genangan banjir serta daerah-daerah yang terjadi banjir pada tanggal 15 Januari 2014.

Saran

Hasil simulasi *software* HEC-GeoRAS ini dapat ditunjang dengan *software* lain yang menggambarkan tahapan terjadinya banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, *Batas DAS Tondano dan Alur Sungai Tondano*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, Manado.
- _____, *Data Debit Maksimum . Comprehensive Flood Management Study In Manado City And Tondano River Basin*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, Manado.
- _____, *Data Topografi Profil Melintang Dan Memanjang Sungai Tondano*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, Manado.
- _____, *Data Pasang Surut Tertinggi*. Tides.
- _____, 2011. February. *HEC-GeoRAS GIS Tools for Support of HEC-RAS using ArcGIS*. Institute for Water Resources Hydrologic Engineering Center (HEC) 609 Second Street Davis, CA 95616: US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center.
- _____, 2016. Februari. *HEC-RAS GIS River Analysis System, Hydraulic Reference Manual*. Institute for Water Resources Hydrologic Engineering Center (HEC) 609 Second Street Davis, CA 9561: US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center.
- Fuad Hajibayov., Basak Ozkul., Fatih Terzi. March 30, 2017. *Floodplain Modeling and Mapping Using The Geographical Information Systems (GIS) and HEC-RAS / HEC-GeoRAS Application. Case Of Edirne, Turkey*. Istanbul Technical University, Department of Urban and Regional Planning.
- Istiarto., 2015. November. *Genangan Banjir (HEC-GeoRAS)*. <https://istiarto.staff.ugm.ac.id/> .
- Kodoatie, Robert., Roestam Sjarief., 2006. *Pengelolaan Bencana Terpadu*. Penerbit Yarsif Watampoe, Jakarta.
- Lumentut, Valen., Jeffry S. F. Sumarauw., Tiny Mananoma. 2019. *Analisis Kapasitas Penampang Dan Tinggi Muka Air Sungai Malino Terhadap Berbagai Kala Ulang Banjir*. Jurnal Sipil Statik Vol. 7 No. 6 Juni 2019 (595-604) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Nadia, Kivani., Tiny Mananoma., Hanny Tangkudung., 2019. *Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Tembran Di Kabupaten Minahasa Utara*. Jurnal Sipil Statik Vol. 7 No. 6 Juni 2019 (703-710) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Raco, Maria., Tommy Jansen, Liany A. Hendratta., 2019. *Pengaruh Pasang Surut Terhadap Tinggi Muka Air Di Muara Suangai Bailang*. Jurnal Sipil Statik Vol. 7 No. 6 Juni 2019 (627-636) ISSN : 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Seyhan, Ersin., 1990. *Dasar-dasar Hidrologi*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Soewarno., 1991. *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan DAS*. Nova. Bandung.
- Sosrodarsono, Suyono., 1976. *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT Pradnya Pramita. Jakarta.

- Sukarno, David., Liany A. Hendratta., Isri R. Mangangka., 2019. *Studi Pengalihan Alur Sungai Araren Di Desa Pinasungkolan Kota Bitung*. Jurnal Sipil Statik Vol. 7 No. 7 Juli 2019 (835-846) ISSN : 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Supit, Cindy J., Mamoto, Jeffry D., 2016. *Prediksi Perubahan Karakteristik Hidrologi Akibat Perubahan Penggunaan Lahan Sebagai Usaha Mitigasi Banjir Di Manado*. Tekno, Vol. 12. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Supit, Cindy J. 2013. *The Impact Of Water Projects On River Hydrology*. Tekno Sipil, Vol. 11 No. 59, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Triadmojo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta.
- Tulandi, Andre F., Liany A. Hendratta., Jeffry S. F. Sumarauw. 2019. *Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Kalawing Di Kelurahan Malendeng Kota Manado*. Jurnal Sipil Statik Vol. 7 No. 12 Desember 2019 (1681-1688) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.