

STUDI PENELITIAN

**SIMULASI MODEL BANJIR DUA DIMENSI  
NAYS2D FLOOD-IRIC PADA HILIR DAS JENEBERANG**

Mukhsan Putra Hatta<sup>1\*</sup>, Ayuko Saleh Pallu<sup>2</sup>, Tai Akira<sup>2</sup>, Muh. Saleh Pallu<sup>1</sup>,  
Muhammad Firdaus<sup>1</sup>, Andang Suryana Soma<sup>3</sup>, Naoto Tada<sup>4</sup>, dan Tomoya Kikuta<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

<sup>2</sup>Graduate School of Engineering, Kyushu Universty, Japan

<sup>3</sup>Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin

<sup>4</sup>JICA Expert on Comprehensive Disaster Risk Reduction Dispatched to BNPB

<sup>5</sup>JICA Expert on Policy Advisor on Integrated Water Resources Management

\*mukhsan.hatta@unhas.ac.id, mukhsan\_hatta@yahoo.com

**Intisari**

Perubahan curah hujan merupakan dampak dari perubahan iklim, pada tanggal 22 Januari 2019 terjadi curah hujan dengan intensitas lebat 468 mm/hari di Lengkesse (daerah hulu DAS Jeneberang), 364 mm/hari terjadi Limbunga (pertengahan DAS Jeneberang). Dengan curah hujannya tersebut mencapai HWL Bendungan Bili-Bili menyebabkan outflow dari bendungan Bili-Bili ke hilir DAS Jeneberang mencapai 1519 m<sup>3</sup>/dtk yang menyebabkan banjir. Untuk mempelajari pola sebaran kejadian banjir diadakan simulasi model banjir 2 dimensi Nays2DFlood-iRIC

Nays2DFlood-iRIC berguna untuk perkiraan cepat genangan banjir (*flooding inundation model*) baik yang terjadi di sungai. Persamaan yang digunakan adalah unsteady flow dua dimensi dalam *cartesian coordinates* dari *Continuity equation* dan *Momentum equations*. Data topografi dari Digital Elevation Model (DEM) maupun dari hasil pengukuran langsung, data debit banjir dan koefisien Manning merupakan data yang digunakan untuk melakukan simulasi model banjir.

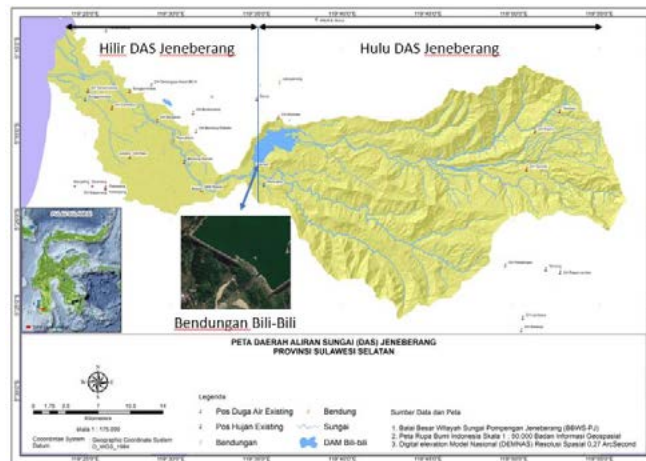
Hasil Simulasi diperoleh kecepatan aliran pada saat banjir di hulu sungai kecepatan maksimal 6 m/detik, di bagian tengah sampai hilir sungai 2 - 3 m/detik. Tinggi muka air yang terjadi di hulu dapat mencapai 11 meter, di tengah sungai terutama tempat terjadinya genangan air 4–6 meter di hilir sungai mencapai 2-4 meter. Pola Penyebaran banjir dan genang mengarah kearah Kabupaten Maros.

Kata Kunci: Perubahan iklim, Banjir, DAS Jeneberang dan Nays2DFlood-iRIC

**LATAR BELAKANG**

Perubahan iklim yang terjadi akhir-akhir ini berdampak pada perubahan suhu, perubahan iklim dan perubahan curah hujan. Curah hujan intensitas sedang hingga lebat (65.4 mm sampai 120 mm) terjadi periode 21 sampai tanggal 26 Januari 2019 pada daerah Maros, Makassar, Gowa, Takalar dan Jenepoto di Provinsi Sulawesi Selatan. Di Daerah Ailiran Sungai (DAS) Jeneberang pada tanggal 22 Januari 2019 terjadi curah hujan dengan intensitas lebat 468 mm/hari di Lengkesse (daerah hulu DAS Jeneberang), 364 mm/hari terjadi Limbunga (pertengahan DAS Jeneberang). Dengan Curah hujan tersebut, pada Hulu DAS

Jeneberang terjadi banjir diberbagai tempat (Nurdin,2019). Di hilir DAS Jeneberang, tepatnya Bendungan Bili-Bili, air telah mencapai HWL Bendungan dan mengharuskan outflow 270 m<sup>3</sup>/detik sampai 1574 m<sup>3</sup>/detik (Tada, 2019), penyebab terjadinya banjir di hilir DAS Jeneberang. Kejadian banjir dan longsor yang terjadi pada DAS Jeneberang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. DAS Jeneberang



Gambar 2. Kondisi Banjir pad Tanggal 22 Januari 2019

Untuk melihat pola sebaran kejadian banjir dan pola aliran yang terjadi pada daerah hilir DAS Jeneberang maka diadakan simulasi model banjir 2 dimensi.

### Nays2DFlood-iRIC

Simulasi model banjir hilir DAS Jeneberang digunakan Nays2DFlood-iRIC (International River Interface Cooperative ) yang dikembangkan oleh Multi Dimensional Surface Water Model System (MD\_SWMS yang dikembangkan oleh USGS dan RicNays melalui Foundation of Hokkaido River Disaster Prevention Research Center (i-ric.org), merupakan model simulasi banjir dua dimensi, dengan multiple *inflows* dan *outflow*, berguna untuk perkiraan cepat genangan banjir (*flooding inundation model*) baik yang terjadi di sungai maupun daerah perkotaan. Persamaan yang digunakan adalah unsteady flow dua dimensi dalam *cartesian*

coordinates dari persamaan Kontinuitas/*Continuity equation* (Persamaan 1) dan Persamaan Momentum/*Momentum equations* (Persamaan 2 – Persamaan 6).

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial(uh)}{\partial t} + \frac{\partial(hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = -hg \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho} + D^x \tag{2}$$

$$\frac{\partial(vh)}{\partial t} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial(hv^2)}{\partial y} = -hg \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_y}{\rho} + D^y \tag{3}$$

$$\frac{\tau_x}{\rho} = C_f u \sqrt{(u^2 + v^2)} \quad \frac{\tau_y}{\rho} = C_f v \sqrt{(u^2 + v^2)} \tag{4}$$

$$D^x = \frac{\partial}{\partial x} \left[ v_t \frac{\partial(uh)}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[ v_t \frac{\partial(uh)}{\partial y} \right] \tag{5}$$

$$D^y = \frac{\partial}{\partial x} \left[ v_t \frac{\partial(vh)}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[ v_t \frac{\partial(vh)}{\partial y} \right] \tag{6}$$

Dengan :

$h$  = kedalaman air (meter)

$t$  = waktu (detik)

$u, v$  = kecepatan rata-rata arah x dan y, (meter/detik)

$g$  = percepatan gravitasi,

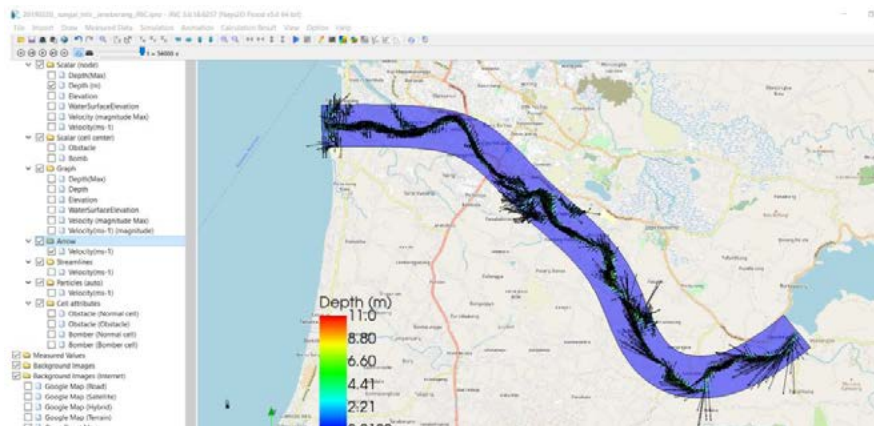
$H$  = elevasi muka air, (meter)

$\tau_x, \tau_y$  = komponen tegangan geser dasar sungai arah x dan y

$C_f$  = koefisien gesek dasar sungai,

$V_t$  = koefisien viskositas eddy

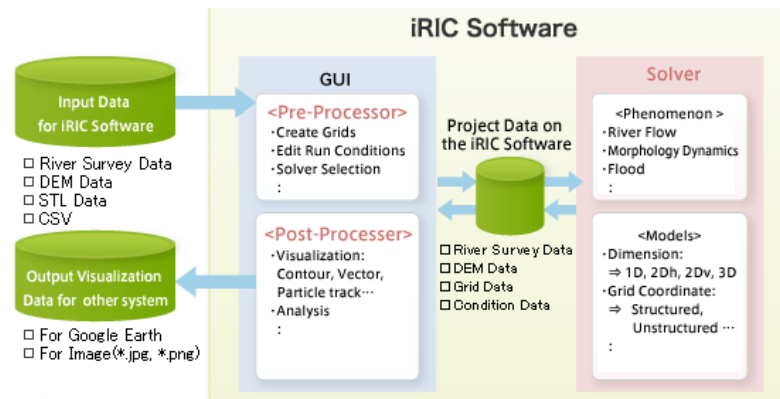
$\rho$  = kerapatan massa air



Gambar 3. simulasi Nay2DFlood-iRIC

Sistem pengeoperasi simulasi iRIC mempunyai tiga tahapan sebagai berikut : (i) pre-processing, dimana melakukan penginputan data yang diperlukan seperti

pembuatan grib, syarat batas dan lainnya, (ii) solver penonema dari simulasi itu sendiri yang terdiri dari aliran sungai, *morphology Dynamics*, dan banjir (iii) Post-processing yang merupakan hasil dari simulasi berupa visualisasi, contour dan vector dan analisa (Gambar 4.).

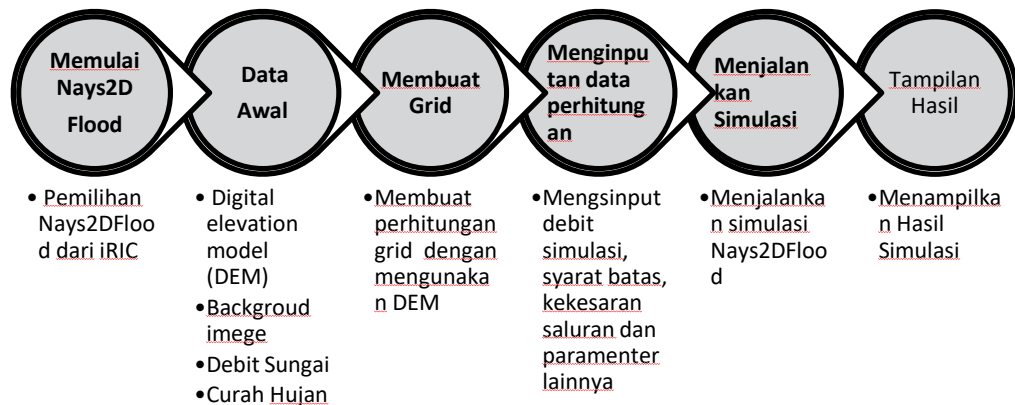


Sumber : (<http://i-ric.org/en/introduction>)

Gambar 4. Gambar Operasional Secara Keseluruhan iRIC

### METODOLOGI STUDI

Metode pelaksanaan metode model banjir dua dimensi ini, mengikuti prosedur Nays2DFlood-iRIC seperti yang terlihat pada Gambar 5.

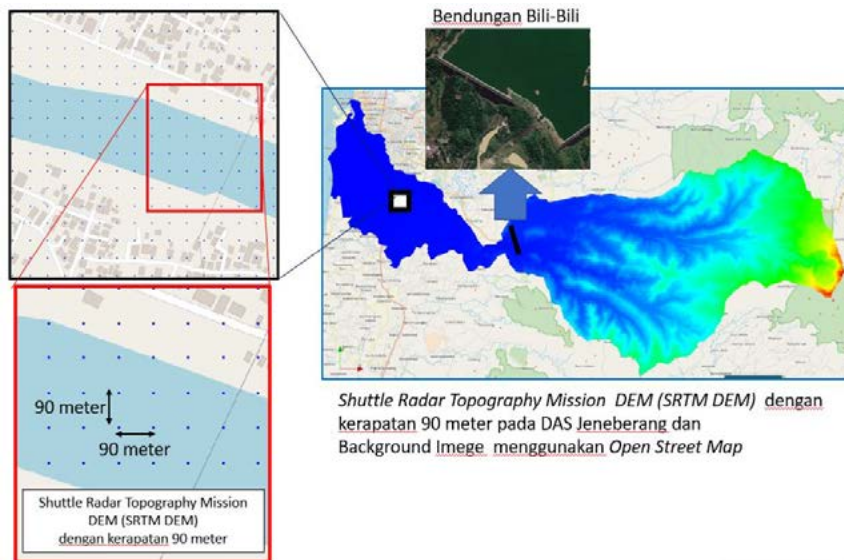


Gambar 5. Prodesur Pelaksanaan Nays2DFlood-iRIC

### Data Digital Elevation Model (DEM) dan Background Image

Data Digital Elevation Model (DEM yang digunakan bersumber dari Shuttle Radar Topography Mission DEM (SRTM DEM) dengan kerapatan 90 meter (SRTM,2019). Pemilihan kerapatan 90 meter didasarkan terhadap lebar sungai Jeneberang yang antara 200 meter – 1000 meter dan dataran topografi di hilir yang cukup landai serta kemampuan komputer meng-runing program. Data ini diolah pada QGIS untuk menghasilkan format data topografi Nays2DFlood-iRIC (.tpo) yang terdiri dari koordinat utm dan ketinggian topografi (x, y, z). Untuk menghasilkan

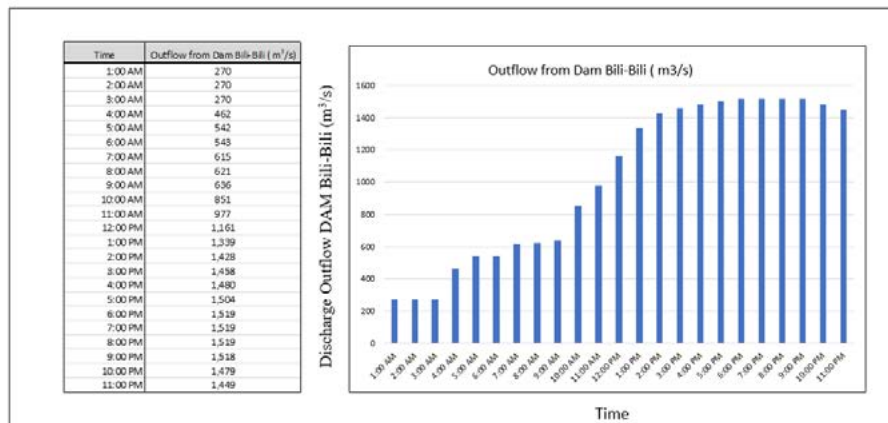
gambar simulasi yang halus Background imege dan ringan dalam simulasi gambar di Open Street Map (Gambar 6).



Gambar 6. Data *Digital Elevation Model (DEM)* dan *Background Imege*

#### Debit Sungai

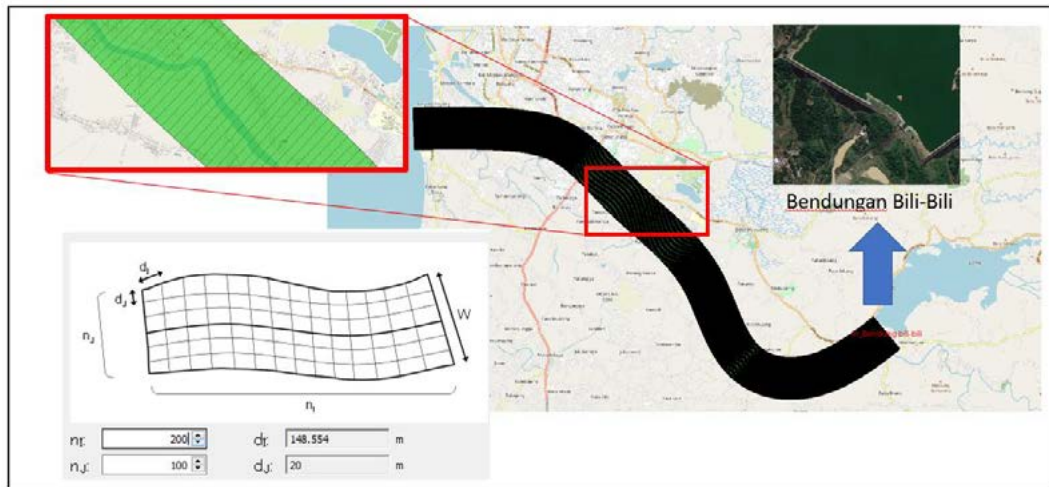
Data debit sungai digunakan pada simulasi model banjir dua dimensi hilir DAS Jeneberang adalah outflow Bendungan Bili-Bili yang terjadi pada tanggal 22 Januari 2019, (Gambar 7).



Gambar 8. Data *Outflow Bendungan Bili-Bili yang terjadi pada 22 Januari 2019*

#### Data Grid Simulasi

Grid yang digunakan pada simulasi ini adalah  $n_{ij} = (201 \times 101)$ , dengan  $d_i = 148.55$  meter dan  $d_j = 20$  meter. Lebar batas simulasi 2000 meter dari as sungai Jeneberang 1000 meter. Pemilihan Grid simulasi tersebut berdasarkan kemampuan komputer yang digunakan (RAM 32 GB).



Gambar 8. Grid yang digunakan pada Model Simulasi Banjir

### Menginput Data Perhitungan

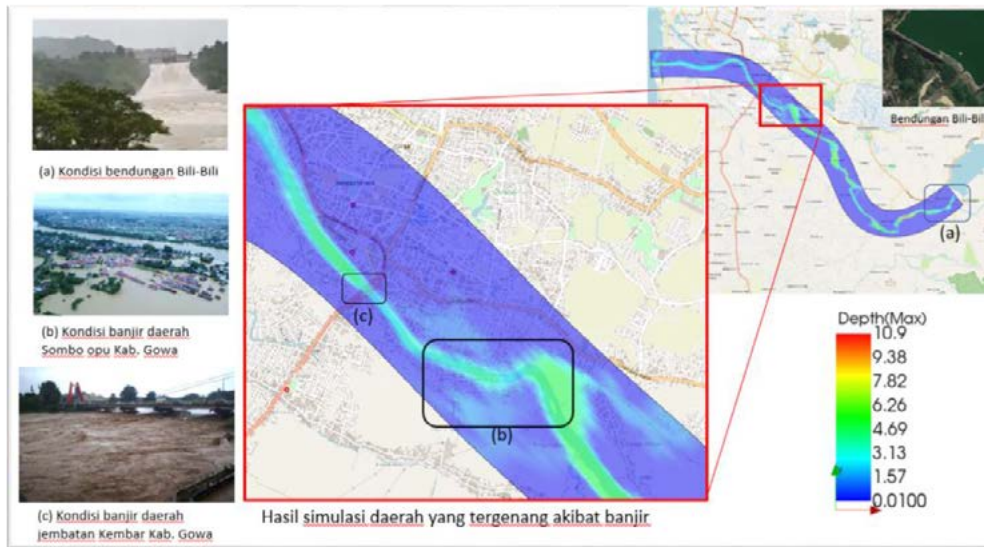
Penginputan data perhitungan (*calculation condition*) pada NaysFlood2D-iRIC terdiri dari; (i) Syarat batas inflow/outflow (*inflow/outflow boundary conditions*) dimana unit waktu yang digunakan pada debit/tinggi muka air adalah detik, syarat batas untuk  $j=1$  adalah inflow dan  $j=n_j$  adalah outflow, air permukaan pada downstream adalah free outflow dan tidak terjadi hujan. (ii) Nilai Air permukaan adalah 0. (iii) Waktu untuk output time interval 600 detik, Calculation time step = 0,2 detik. (iv) Finite differential method of advection term menggunakan upwind scheme, maksimal iterasi untuk perhitungan air permukaan = 10, minimum kedalaman air = 0,01 dan menggunakan koefisien eddy viskositas.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Validasi Simulasi Model Banjir Nays2D-iRIC

Simulasi model banjir yang dilakukan pada penelitian mengacu pada *Digital Elevation Model* (DEM bersumber dari Shuttle Radar Topography Mission DEM (SRTM DEM) tanpa menambahkan data hasil pengukuran topografi dan input debit sungai dari outflow Bendungan Bili-Bili tanpa input debit dari sungai disekitarnya dan tanpa input data curah hujan ( Hasil simulasi bila divaridasikan dengan daerah kejadian banjir sebenarnya), (Shimizu 1989; Shokory, 2016; Wongs 2014) dan hasil simulasi dari jurnal lainnya (Tada, 2019) menghasil daerah banjir dan genangan yang sama ke arah Kabupaten Gowa, hasilnya bertentangan yang disimulasikan selama ini yang mengarah ke daerah Kota Makassar, (Gambar 9.)

Hasil simulasi memperlihatkan bahwa daerah yang terjadi banjir dan genangan ada di dataran rendah bantaran sungai Jeneberang (Gambar 9 pada daerah b), dan pada daerah jembatan kembar Kabupaten Maros (Gambar 9 pada daerah c.) tidak terjadinya genangan karena lebar sungai masih dapat menampung debit air yang mengalir akan tetapi kecepatan alirannya sangatlah besar.

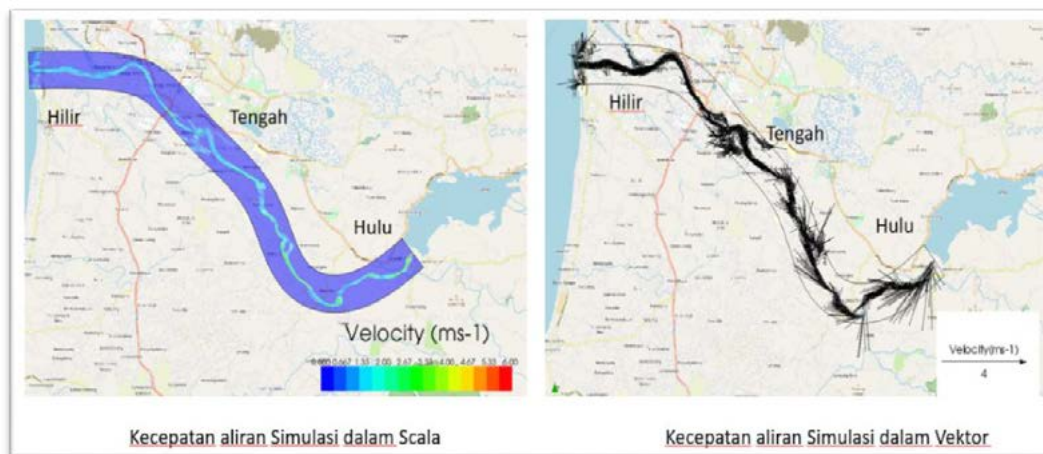


Gambar 9. Validasi Hasil Simulasi dan Kejadian Banjir, 22 Januari 2019

**Pola Kecepatan Aliran pada Saat Terjadi Banjir Sungai Jeneberang**

Hasil Simulasi Kecepatan Aliran di Sungai Jeneberang mulai dari hulu, tengah dan hilir Sungai Jeneberang 1,5 m/dtk sampai dengan 6,0 m/dtk (kecepatan aliran yang sangat tinggi) terutama pada daerah hulu sungai dan daerah sungai yang tidak terlalu lebar (berlaku hukum kontinuitas pada Persamaan 1).

Pada Daerah genangan akibat banjir kecepatan alirannya tidak terlalu besar, maksimal 2,5 m/dtk, disebabkan oleh meluasnya daerah pengaliran. Walaupun demikian kecepatan aliran tersebut dapat membahayakan daerah yang dilaluinya.



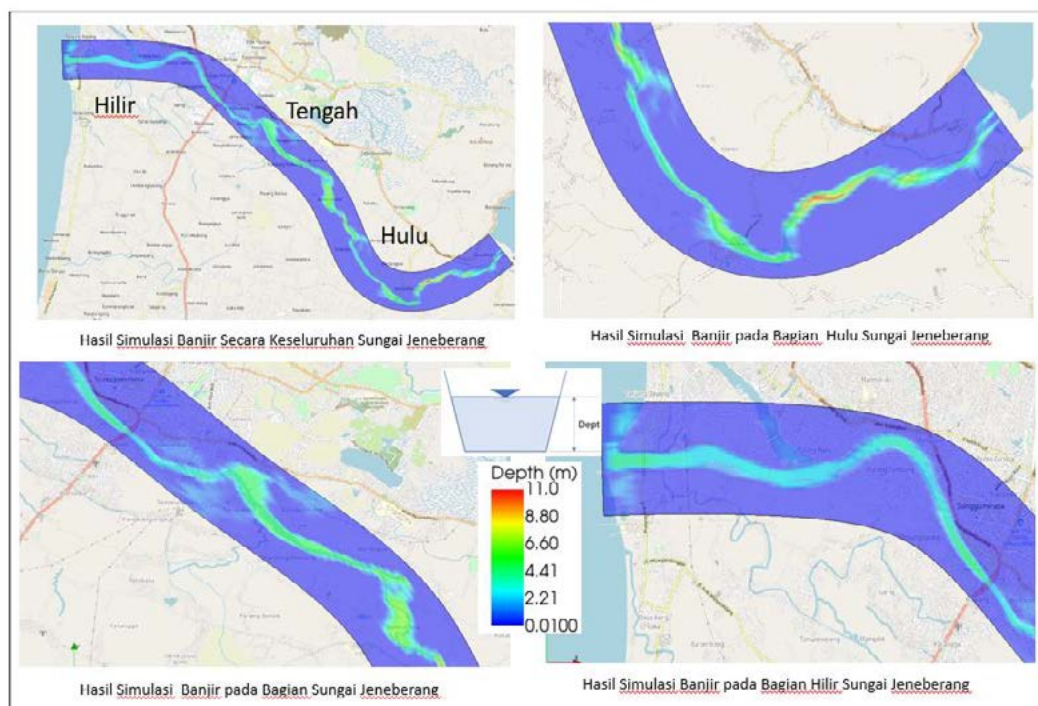
Gambar 10. Hasil Simulasi Kecepatan banjir pada 22 Januari 2019

**Tinggi Muka Air pada Saat Terjadi Banjir Sungai Jeneberang**

Pada Hulu Sungai Jeneberang dengan debit outflow 270 – 1500 m<sup>3</sup>/dtk, terlihat tinggi Muka Air mencapai 11 meter, disebabkan oleh lebar sungai rata-rata 30-50 meter.

Di daerah tengah sungai Jeneberang pada daerah terjadi genangan tinggi muka airnya mencapai 4 meter sampai 6 meter. Ketinggian muka air ini dibandingkan dari hulu mengalami pengurangan 40-50%. Salah satu penyebab terjadinya pengurangan ketinggian karena terjadinya luapan air dari sungai jeneberang. Walaupun demikian dampak yang ditimbulkannya sangat besar, pada daerah berdampak bisa mencapai tinggi rumah penduduk.

Pada daerah hilir Sungai Jeneberang ketinggian muka airnya 2-4 meter, di daerah ini hamper tidak dijumpai terjadinya genangan disebabkan oleh lebar sungai di hilir 400 - 800 meter dan sudah terdapat bangunan pengaman banjir yang tinggi jagaannya 6 – 8 meter, akan tetapi kecepatan aliran yang terjadi di daerah tersebut masih diatas 2-3 m/detik (Gambar 9) sehingga masih membahayakan terjadinya korban jiwa.



**KESIMPULAN DAN SARAN**

Kejadian banjir yang terjadi di hilir DAS Jeneberang tepatnya di hilir Sungai Jeneberang pad tanggal 22 Januari 2019 dengan menggunakan Nays2DFlood-iRIC mampu mensimulasikan kejadian banjir tersebut, dengan menggunakan data Digital Elevation Model dari Shuttle Radar Topography Mission (SRTM DEM) dengan kerapatan 90 meter dan debit sungai yang berasal dari outflow Bendungan Bili-Bili. Dari hasil Simulasi model banjir 2D dapat menghitung/memperlihatkan pola aliran, kecepatan aliran dan kedalaman daerah genangan dengan jelas.

Kecepatan aliran pada saat banjir di hulu sungai didapatkan kecepatan maksimal 6 m/detik, di bagian tengah sampai hilir sungai 2 - 3 m/detik, dengan kecepatan aliran yang terjadi sangatlah membahayakan. Tinggi muka air yang terjadi di hulu dapat mencapai 11 meter, di tengah sungai terutama tempat terjadinya genangan air 4 – 6

meter di hilir sungai mencapai 2 - 4 meter. Pola Penyebaran banjir dan genang mengarah kearah Kabupaten Maros.

Untuk penelitian selanjutnya agar mendapatkan hasil maksimal, perlu ditambahkan data topografi hasil pengukuran di Sungai Jeneberang dan memasukan debit aliran sungai yang di DAS Jeneberang yaitu sungai Jenelata. Dan untuk melihat dampak yang lebih luar perlu perluasan daerah simulasi.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Nurdin, P.F., Kubota, T., Soma, A.S., 2019. Investigation of flood and Landslide in the Jeneberang cathment Area, Indonesia in 2019. *International Journal of Erosion Control Engineering*, Vol. 12
- Shimizu, Y., Itakura, T., 1989. *Calculation of Bed Variation in Allivial Channels. J Hydraul. Eng.* 115:368-384
- Shokory, J.A.N., Tsutsumi, J.G., Sakai, K., 2016. *Flood Modeling and Simulation using iRIC: A Case Study of Kabul City. 3<sup>rd</sup> European Coference on Flood Risk Management*, DOI: 10.1051/e3sconf/2016
- SRTM DEM. *Shuttle Radar Topography Mission*, [http://www.viewfinderpanoramas.org/Coveragemapviewfinderpanoramas\\_org3.htm](http://www.viewfinderpanoramas.org/Coveragemapviewfinderpanoramas_org3.htm) [diakses pada 25 Januari 2019]
- Tada, N., Shimizu, H., 2019. Proposal of Improvement in Early Warning, Dam and River Though the Flood Case of Bili-Bili Dan and the Jeneberang Rivel
- Wongsa, S., 2014. Simulation of Thailand Flood 2011. *International Journal of Engineering and Technology*. Vol. 6. No. 6