

PENGUNAAN DATA HUJAN SATELIT UNTUK PRAKIRAAN BANJIR DI DAS TALLO

Zulvyah Faisal¹, Saleh Pallu², Farouk Maricar², Mukhsan Putra Hatta²

Mahasiswa Prodi Doktor Ilmu Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, Makassar¹

Departemen Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin, Makassar²

Komp Hartaco Indah Blok 5Q No.16, Makassar

E-mail: zfaisal03@gmail.com

ABSTRAK

Dalam studi mengenai prakiraan banjir, penting halnya untuk memprediksi dinamika inundasi berbasis real-time, sehingga menghasilkan prakiraan yang baik terhadap daerah yang sering dilanda banjir seperti halnya di kota Makassar. Penelitian ini akan mensimulasikan limpasan curah hujan dan genangan banjir secara bersamaan dengan menerapkan model numerik RRI (Rainfall-Runoff Inundation), dengan rumusan masalah yang akan dikaji adalah: Bagaimana sebaran banjir akibat luapan sungai di Daerah Aliran Sungai (DAS Tallo) dengan Model RRI. Terkait dengan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya, maka hasil yang diharapkan dalam penelitian ini adalah: Mendapatkan sebaran spasial dan sebaran banjir akibat luapan sungai di Daerah Aliran Sungai (DAS Tallo) dengan Model RRI.

Kata kunci: RRI, banjir, data hujan satelit

ABSTRACT

In studies regarding flood forecasting, it is important to predict the dynamics of inundation on a real-time basis, so as to produce good forecasts for areas frequently hit by floods, such as the city of Makassar. This research will simulate rainfall runoff and flood inundation simultaneously by applying the RRI (Rainfall-Runoff Inundation) numerical model, with the problem formulation to be studied being: How is the distribution of floods due to river overflows in the Tallo River Basin (DAS Tallo) using the RRI Model. Related to the problem that has been previously formulated, the expected results of this research are: Obtaining the spatial distribution and distribution of floods due to river overflows in the Tallo River Basin (DAS Tallo) using the RRI Model.

Keywords: RRI, flood, satellite rainfall data

PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu bahaya yang berpengaruh besar dalam kehidupan, sektor perekonomian, dan infrastruktur pada banyak bagian di dunia. Banjir juga mempengaruhi manusia dalam jumlah terbesar dibanding bencana lainnya, dengan jumlah mencapai lebih dari 2 miliar orang, diikuti oleh kekeringan yang mempengaruhi 1,5 miliar orang pada periode 1998-2017 (UNISDR, 2017). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) telah melaporkan bahwa kejadian bencana seperti banjir dan kekeringan akan menjadi lebih sering mengancam manusia (IPCC, 2021).

Pada penelitian ini akan disimulasikan kejadian banjir di Kawasan yang rentan terjadi banjir khususnya pada DAS Tallo dan sekitarnya menggunakan model RRI dengan input data dari Curah Hujan. Hal ini merupakan suatu terobosan yang baru dimana pada konsep dasar model RRI yang telah dikembangkan sebelumnya masih menggunakan salah satu input data CH dari satelit GSMaP atau data rain-gauge di lapangan.

Dimanfaatkan sebagai bentuk respon cepat untuk mensimulasikan prakiraan inundasi atau banjir yang akan datang mengingat kondisi atmosfer maupun permukaan yang sangat dinamis dari waktu ke waktu.

Berdasarkan maksud tersebut maka penulis memikirkan suatu ide tentang model hidrologi untuk menggambarkan prakiraan banjir dengan menggunakan input CH (rainfall) satelit, pendekatan model menggunakan data real time, mengintegrasikan besaran curah hujan dengan daerah aliran air yang ada. Konsep pikir dari penelitian dari simulasi model ini mampu menghasilkan prakiraan banjir lebih baik dengan tinggi genangan dan sebaran banjirnya (inundasi).

Penelitian ini diharapkan dapat menggambarkan prakiraan banjir di Kota Makassar untuk dijadikan suatu rujukan baik bagi pemerintah maupun masyarakat luas dalam memberikan peringatan dini terjadinya bencana banjir. Dengan demikian, korban akibat bencana banjir di masa yang akan datang baik nyawa, moril, maupun materil dapat terminimalisir.

STUDI PUSTAKA

Pengertian Limpasan Permukaan di dalam bahasa Inggris dikenal sebagai run off yang berarti bagian air hujan yang mengalir ke sungai atau saluran, danau atau laut berupa aliran di atas permukaan atau aliran di bawah permukaan. Akan tetapi di dalam hidrologi istilah run off dipergunakan untuk aliran di permukaan bumi bukan aliran di bawah permukaan. Dalam pengertian ini run off dapat berarti aliran di atas permukaan tanah sebelum air itu sampai ke dalam saluran atau sungai, dan aliran air di dalam sungai, sehingga limpasan permukaan didefinisikan air yang jatuh langsung (hujan) di permukaan bumi. Bagian dari air tersebut yang sampai ke permukaan akan mengalir di permukaan atau masuk dalam tanah. Air yang mengalir di permukaan tanah disebut aliran permukaan (Arsyad, 1989).

Sifat-sifat aliran permukaan :

- Jumlah aliran permukaan, yaitu jumlah air yang mengalir dipermukaan tanah untuk suatu masa hujan atau masa tertentu dinyatakan dalam tinggi air (mm atau cm) atau volume air (meter kubik).
- Laju aliran permukaan, yaitu jumlah atau volume air yang mengalir melalui suatu titik per detik atau per jam, dinyatakan dalam m³ per detik atau m³ per jam. Laju aliran permukaan dikenal juga dengan istilah debit. Besarnya debit ditentukan oleh luas penampang air dan kecepatan alirannya, yang dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

Q = debit air (m³/detik)

V = luas penampang air (m²)

A = koefisien x

- Kecepatan aliran, kecepatan aliran permukaan dipengaruhi oleh dalamnya aliran atau radius hidrolis, kekerasan permukaan dan kecuraman lereng.
- Komposisi aliran permukaan, air aliran permukaan mengandung bahan-bahan padat yang tersuspensi dan bahan kasar (Arsyad, 1989).

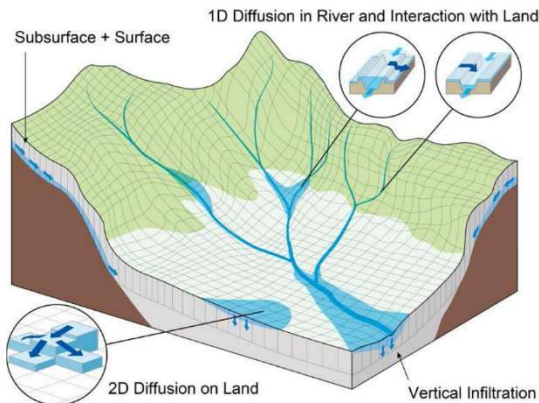
Menurut (Rahim, 2000), limpasan permukaan sebagian dari air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah. Limpasan permukaan adalah air yang mencapai sungai tanpa mencapai permukaan air tanah, yakni curah hujan yang dikurangi sebagian dari besarnya infiltrasi. Besarnya air yang tertahan dan besarnya genangan (Sosrodarsono Suyono, 1993). Menurut (Asdak, 2002), limpasan permukaan (run off) adalah bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju ke sungai, danau atau lautan.

Banjir merupakan bencana alam dengan frekuensi tertinggi dan distribusi terluas secara geografis di seluruh dunia (UNISDR, 2017). Kerusakan lingkungan, perubahan fisik permukaan tanah menyebabkan penurunan daya tampung dan daya simpan air hujan, sehingga sebagian besar curah hujan dialirkan sebagai air limpasan (runoff) yang sangat berpotensi menjadi bencana banjir terutama pada daerah hilir. Faktor meteorologis yang menyebabkan bencana banjir yaitu unsur iklim curah hujan yang terdiri dari jumlah, durasi, intensitas, dan distribusi hujan. Hujan torensisal merupakan jenis hujan utama penyebab fenomena banjir (Ramage, 1971).

Dalam model berbasis rainfall-runoff, penerjemahan rainfall (CH) menjadi runoff merupakan hal yang kompleks. Dalam praktik dan kegunaannya, pendekatan pemodelan menggunakan time-series dalam teknik analisisnya sering diterapkan. Tahapan dalam pengembangan model prakiraan aliran secara real-time biasanya termasuk konfigurasi, kalibrasi, kuantifikasi dari ketidakpastian, percobaan, dan validasi. Proses detail pada prakiraan model banjir dijelaskan pada Gambar 1. Proses ini memiliki pertimbangan yang serupa dengan prakiraan yang lainnya. Prakiraan secara jangka panjang untuk verifikasi prakiraan dibutuhkan dalam peningkatan kualitas model (Sene, 2015).

Rainfall-Runoff-Inundation (RRI) adalah model dua dimensi yang mampu mensimulasikan limpasan curah hujan dan genangan banjir secara bersamaan (Kudo et al., 2016; T. Sayama et al., 2015; T Sayama, 2014; Takahiro Sayama et al., 2012)

Model ini menangani lereng dan saluran sungai secara terpisah. Pada grid cell di mana aliran sungai berada, model mengasumsikan bahwa kemiringan dan sungai berada pada grid cell yang sama. Saluran didiskritkan sebagai satu garis di sepanjang garis tengah grid cell di atasnya. Aliran pada kemiringan grid cell dikalkulasikan dengan model gelombang difusi 2D, sedangkan aliran dari saluran sungai dihitung dengan model gelombang difusi 1D. Untuk representasi yang lebih baik dari proses rainfall-runoff-inundation, model RRI juga mensimulasikan aliran bawah permukaan, aliran infiltrasi vertikal, dan aliran permukaan (Lihat **Gambar 1.**)

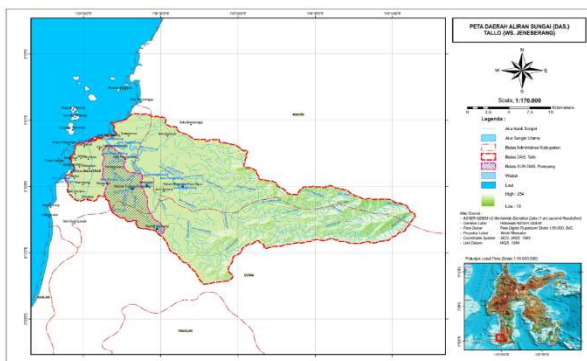


Gambar 1. Diagram skematik dari model Rainfall-Runoff-Inundation (T. Sayama et al., 2015)

Interaksi aliran antara saluran sungai dan kemiringan diperkirakan berdasarkan pada berbagai formula luapan, tergantung pada kondisi ketinggian air, dan ketinggian tanggul.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Tallo Kota Makassar pada wilayah terdampak banjir tahun rentang waktu 2018 - 2022 yaitu di wilayah Kota Makassar. Penentuan batas wilayah kajian dilakukan berdasarkan data historis kejadian banjir pada lokasi penelitian. Lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Peta Wilayah Penelitian

Pada penelitian ini akan menggunakan sumber data yaitu :

1. Data Kejadian Banjir
2. Data Topografi
3. Data Satelit GSMaP
4. Data Curah Hujan Observasi
5. Data Inundasi dari BPBD/PU/BNPB

Langkah-langkah pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data kejadian banjir dan inundasi diunduh dari web resmi Badan Penanggulangan Bencana Daerah Makassar (BPBD Makassar)

<http://bpbd.Makassar.go.id>, Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan rakyat <http://infobencana.pu.go.id>, dan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) <http://bnpb.cloud/dibi>.

2. Data curah hujan dari satelit GSMaP diunduh melalui host <ftp://hokusai.eorc.jaxa.jp>.
4. Data topografi HydroSHEDS yang digunakan sebagai penentu wilayah DAS Tallo diunduh via <https://hydrosheds.cr.usgs.gov/dataavail.php>.

Selanjutnya untuk output model RRI yang ada dilakukan metode analisis sebagai berikut :

1. Melakukan verifikasi dan analisis perbandingan pada hasil model RRI berdasar input data curah hujan AWS, satelit GSMaP, maupun radar cuaca dengan data observasi kejadian banjir yang diperoleh dari situs resmi milik BNPB, BPBD, dan PU.
2. Menganalisis berapa intensitas CH yang terjadi ketika terjadi banjir di DAS Tallo
3. Melakukan verifikasi hasil model RRI dilakukan dengan menggunakan nilai Korelasi, Pbias, dan RMSE dengan validator data ketinggian waterlevel di DAS Tallo dan sekitarnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tiga jenis data topografi berikut ini harus diunduh dari situs webHydroSHEDS untuk simulasi RRI. Terdapat beberapa tahapan metode untuk mempersiapkan input data topografi ke Model RRI. Data topografi dapat disiapkan atau diunduh dari situs web USGS HydroSHEDS, yang merupakan kumpulan data skala global yang bersumber dari Survei Geologi Amerika Serikat (USGS). Dataset ini mencakup elevasi (dem), arah aliran (dir) dan akumulasi aliran (acc).

Data hujan akan digunakan dalam input dalam RRI Model adalah data dari GSMaP dengan resolusi spasial melingkupi DAS Tallo dan resolusi temporal harian yang akan menjadi time step pada simulasi.

Hasil dari simulasi model RRI berupa data file keluaran berisi kedalaman air di lereng (hs_) dan kedalaman di sungai (hr_) serta debit(qr_) pada langkah waktu tertentu. Satuan dari output adalah [m] untuk kedalaman air dan [m³/s] untuk debit.

Bahwa untuk setiap jenis keluaran model, nomor file didefinisikan dalam RRI_Input.txt (L13: outnum). Periode simulasi dibagi secara merata dengan "outnum" dan nomor yang ditetapkan untuk setiap file output mewakili time step.

Selanjutnya hasil pemodelan disajikan pada gambar berikut :



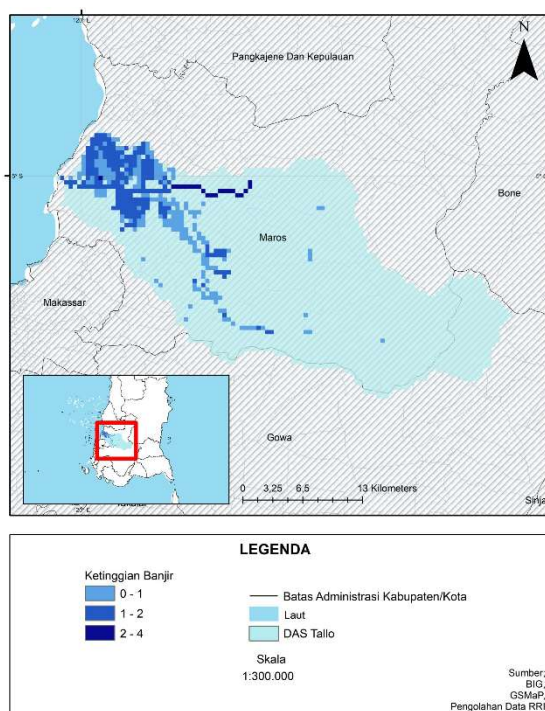
Gambar 3. Estimasi debit air di sungai dalam m^3/s pada 24 Desember 2022

Pada gambar 3 menunjukkan sebaran estimasi debit banjir pada lokasi penelitian bervariasi antara $5 \text{ m}^3/\text{dt}$ sampai dengan $200 \text{ m}^3/\text{dt}$.



Gambar 4. Estimasi ketinggian air di sungai dalam satuan meter pada 24 Desember 2022

Pada gambar 4 memperlihatkan ketinggian air yang bervariasi dengan ketinggian muka air di sungai sebesar 1 - 10 m.



Gambar 5. Peta Potensi Tinggi Maksimum Sebaran Banjir

Sehingga dari hasil simulasi RRI didapatkan hasil sebaran potensi banjir pada DAS Tallo tersebar di beberapa kecamatan dengan menunjukkan variasi ketinggian banjir 1 m - 4 m.

KESIMPULAN

Berdasarkan peta sebaran banjir meliputi kawasan kecamatan Manggala, Tallo, Tamalanrea dan Biringkanaya. Dengan variasi ketinggian banjir 0,5 m - 2,5 m.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih ditujukan kepada semua pihak yang membantu dalam melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. (1989). *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press.
- Asdak, C. (2002). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press.
- IPCC. (2021). *Sixth Assessment Report*.
- Kudo, S., Sayama, T., Hasegawa, A., & Iwami, Y. (2016). Analysis of flood risk change in future climate in terms of discharge and inundation in the Solo River Basin. *7th ICWRER, December*, 1–6.
- Rahim, S. (2000). *Pengendalian Erosi Tanah dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup*. Bumi Aksara.
- Ramage, C. S. (1971). *Monsoon Meteorology*. Academic Press.
- Sayama, T., Tatebe, Y., Iwami, Y., & Tanaka, S. (2015). Hydrologic sensitivity of flood runoff and inundation: 2011 Thailand floods in the Chao Phraya River basin. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 15(7), 1617–1630. <https://doi.org/10.5194/nhess-15-1617-2015>
- Sayama, T. (2014). Rainfall-runoff-inundation (RRI) model technical manual. *Technical Note of PWRI*, 4277.
- Sayama, Takahiro, Ozawa, G., Kawakami, T., Nabesaka, S., & Fukami, K. (2012). Analyse

pluie-débit-inondation de la crue de 2010 au
Pakistan dans le bassin de la rivière Kaboul.
Hydrological Sciences Journal, 57(2), 298–
312.

<https://doi.org/10.1080/02626667.2011.644245>

Sene, K. (2015). *Hydrometeorology Forecasting and Applications*, DOI 10.1007/978-3-319-23546-2_1.

Sosrodarsono Suyono, T. K. (1993). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Pradnya Paramita.

UNISDR, C. and. (2017). *Economic Losses, Poverty & Disasters*, Geneva.