



INTEGRASI SIG-INFOWORKS RIVER SIMULATION UNTUK PEMODELAN HIDRODINAMIK SUNGAI SADDANG DAN SUNGAI MATA ALLO

Srie Wulandarie¹, Uca², Rosmini Maru³

Jurusan Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Universitas Negeri Makassar, Indonesia.

Email: wulandarisri2215@gmail.com¹

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the hydrodynamic model of the river so that can know the capacity of the river to accommodate the incoming water flow. The simulation models can be used in structural mitigation plan as an attempt to prevent flooding in the future. The application program used to create hydrodynamic models that Infoworks River Simulation integrated with GIS. Data cross-section of the river as much as 39 points inputted into Infoworks River Simulation program. Furthermore, the discharge input the Saddang River and the Mata Allo River to determine variations in water level at each cross-section. The results of this study showed an average increase in water level of the Saddang and Mata Allo River in the event of the maximum discharge of 2.59 meters. Sectional increased water levels are all cross sections along the Saddang and Mata Allo River Saddang used in modeling the variation of the rise in water level of 0.8 to 5.39 meters.

Keywords: Infoworks River Simulation, Hydrodynamics Models, Water Level Increase.

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model hidrodinamik sungai sehingga dapat mengetahui kapasitas sungai untuk menampung aliran air yang masuk. Model simulasi dapat digunakan dalam rencana mitigasi struktural sebagai upaya untuk mencegah banjir di masa depan. Program aplikasi yang digunakan untuk membuat model hidrodinamik yang Simulasi Infoworks River terintegrasi dengan GIS. Data penampang sungai sebanyak 39 titik dimasukkan ke dalam program Simulasi Sungai Infoworks. Selanjutnya, debit memasukkan Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo untuk menentukan variasi ketinggian air di setiap penampang. Hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan rata-rata ketinggian air Sungai Saddang dan Mata Allo jika terjadi debit maksimum 2,59 meter. Sectional kenaikan muka air adalah semua penampang di sepanjang Sungai Saddang dan Mata Allo Saddang digunakan dalam pemodelan variasi kenaikan permukaan air 0,8 hingga 5,39 meter.

Kata kunci: Simulasi Sungai Infoworks, Model Hidrodinamika, Peningkatan Level Air.

PENDAHULUAN

Banjir merupakan peristiwa dimana daratan yang biasanya kering (bukan daerah rawa) menjadi tergenang oleh air, hal ini disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan kondisi topografi wilayah berupa dataran rendah hingga cekung. Terjadinya bencana banjir juga disebabkan oleh rendahnya kemampuan infiltrasi tanah, sehingga menyebabkan tanah tidak mampu lagi menyerap air. Banjir dapat terjadi akibat naiknya permukaan air lantaran curah hujan yang diatas normal, perubahan suhu, tanggul/bendungan yang bobol, pencairan salju yang cepat, terhambatnya aliran air di tempat lain (Ligal, 2008).

Bencana banjir yang paling besar di Kabupaten Enrekang terjadi pada tahun 1987 yang menggenangi hampir seluruh wilayah dalam ibu kota Enrekang, menyebabkan terputusnya jaringan jalan, dan melumpuhkan aktivitas perekonomian beberapa desa dan kecamatan serta memberikan dampak kerugian harta benda. Bencana banjir ini memberikan dampak kerugian berupa kerusakan pada fasilitas umum, infrastruktur transportasi, irigasi dan bangunan sosial ekonomi lainnya. Keadaan ini menjadi ancaman yang selalu menghantui masyarakat Kabupaten Enrekang hampir setiap tahun.

Sebagai upaya untuk menghadapi peningkatan potensi dan kompleksitas bencana banjir di masa depan dengan baik, Kabupaten Enrekang memerlukan suatu rencana yang bersifat terpadu, terkoordinasi dan menyeluruh. Rencana ini menjadi salah satu bagian kesiapsiagaan penanggulangan bencana banjir sebagai rencana strategis. Salah satu langkah yang dapat dilakukan yaitu dengan membuat pemodelan hidrodinamik sungai di Kabupaten Enrekang agar diketahui kapasitas sungai tersebut dalam menampung debit air yang masuk.

Model simulasi banjir diperoleh dari hasil analisis menggunakan softare Infoworks River Simulation. Hasilnya dapat digunakan dalam menyusun rencana mitigasi struktural sebagai upaya untuk mencegah banjir di masa yang akan datang.

METODE

1. Jenis dan Lokasi Penelitian

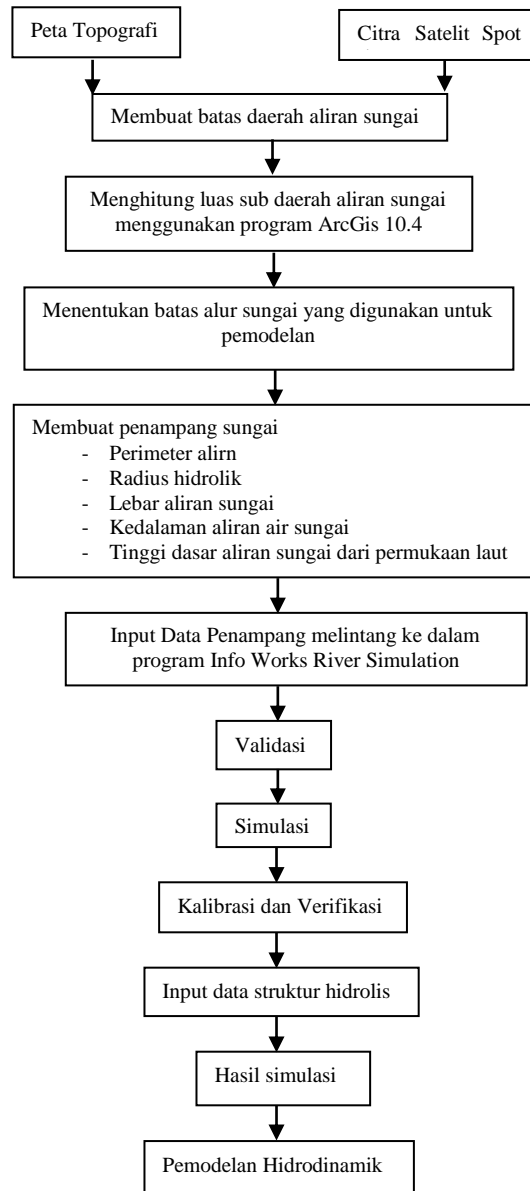
Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif. Penelitian dilakukan di Kabupaten Enrekang Provinsi Sulawesi Selatan. Adapun variabel pada penelitian ini terdiri dari; (1) Perimeter aliran, (2) Radius Hidrolik, (3) Lebar Aliran Sungai, (4) Kedalaman Aliran Sungai, dan (5) Tinggi Dasar Aliran dari Permukaan Laut.

2. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data penampang sebanyak 39 titik yang tersebar di sepanjang Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo. Alat yang digunakan untuk mengumpulkan data penampang antara lain GPS, roll meter, *Fish Finder*, dan *Laser Distance Meter*. Adapun data berupa Peta Topografi dan Citra Satelit dianalisis menggunakan software *ArGis* dan *Infoworks Rivers Simulation*.

Pengolahan dan analisis data menggunakan perangkat lunak *ArcGis* dan *Infoworks River Simulation* untuk memperoleh model simulasi banjir. Model simulasi nantinya akan memperlihatkan profil sungai Saddang pada kondisi normal (debit minimum) dan profil sungai Saddang pada saat terjadi banjir (debit maksimum).

Model hidrodinamik yang diperoleh berdasarkan hasil simulasi selanjutnya dijadikan acuan dalam memperkirakan tinggi tanggul yang akan dibuat agar limpasan tidak mengalir ke sisi kiri dan kanan sungai. Selanjutnya dilakukan *run analysis* untuk mengetahui kenaikan tinggi muka air pada setiap penampang setelah ditanggul.



Gambar 1. Diagram Pemodelan Hidrodinamik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Model Aliran Sungai

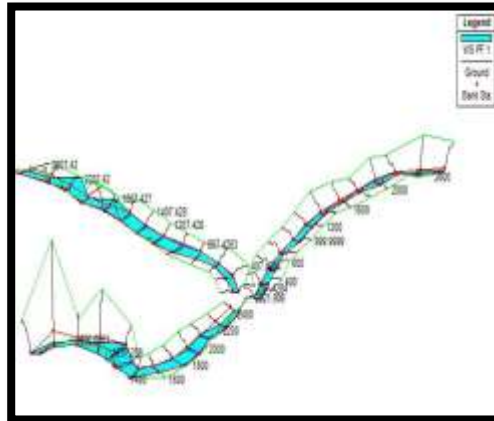
Hasil analisis bentuk aliran sungai menggunakan Arc GIS memperlihatkan perkembangan aliran Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo berdasarkan sinusitasnya. Hasil analisis diperoleh nilai sinusitas aliran Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo. Nilai sinusitas berkisar antara 1,04 – 1,5 yang berarti bentuk sungainya berbelok-belok hingga berkelok-kelok.

Tabel 4.2 Sinusitas Aliran Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo

No	Sungai	Aliran Hidrolik	Panjang Aliran (m) (L_s)	Panjang Lembang (L_v)	Rasio Sinusitas (L_s/L_v)	Jenis
1	Mata Allo	1	2682,61	3231,53	1,2	Berbelok-belok (sinous)
2	Saddang Atas	2	4204,11	3685,03	1,1	Berbelok-belok (sinous)
3	Saddang Bawah	3	4270,45	2905,98	1,5	Berbelok-kelok (meandering)

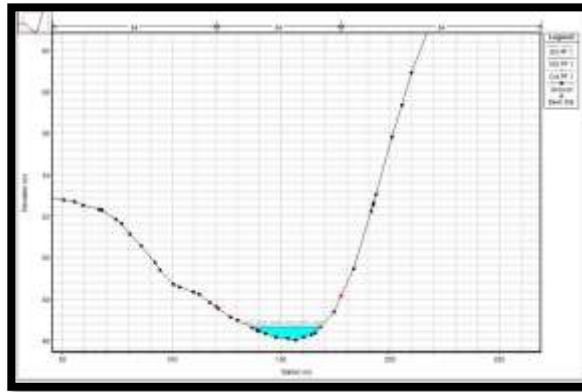
Sumber : Hasil Olah Data Tahun 2019

Kenampakan dari hasil pemodelan aliran Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo beserta letak sebaran penampang dapat dilihat pada Gambar 2 berikut;



Gambar 2. Model Aliran Sungai Saddang

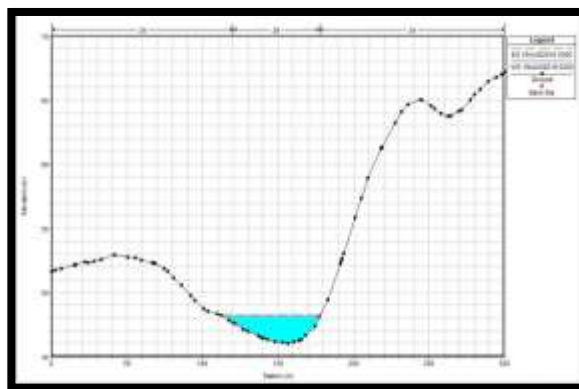
Berikut ini profil melintang stasiun penampang Mata Allo 2600 (MA2600)



Gambar 3. Kondisi Stasiun Penampang MA2600 (Debit Min)

2. Model Banjir

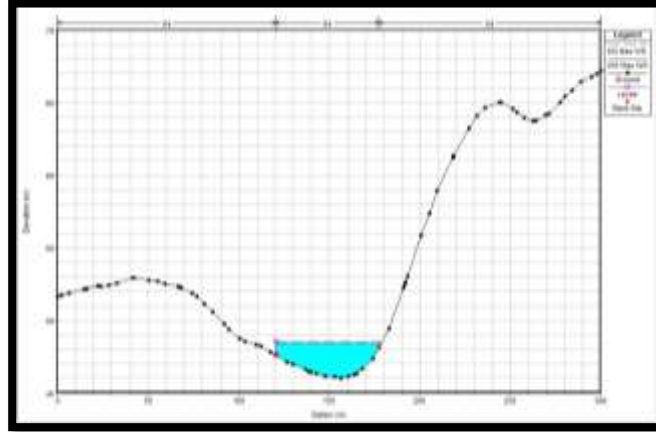
Untuk mengetahui daerah yang terendam banjir tersebut dilakukan pemodelan banjir Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo dalam kondisi *unsteady*. Hasil simulasi menunjukkan kondisi Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo pada saat terjadi debit maksimum. Berikut ini dipaparkan gambar yang menunjukkan luapan air Sungai pada stasiun penampang MA2600.



Gambar 4. Kondisi Stasiun Penampang MA 2600 (Debit Max)

3. Rencana Model Tanggul

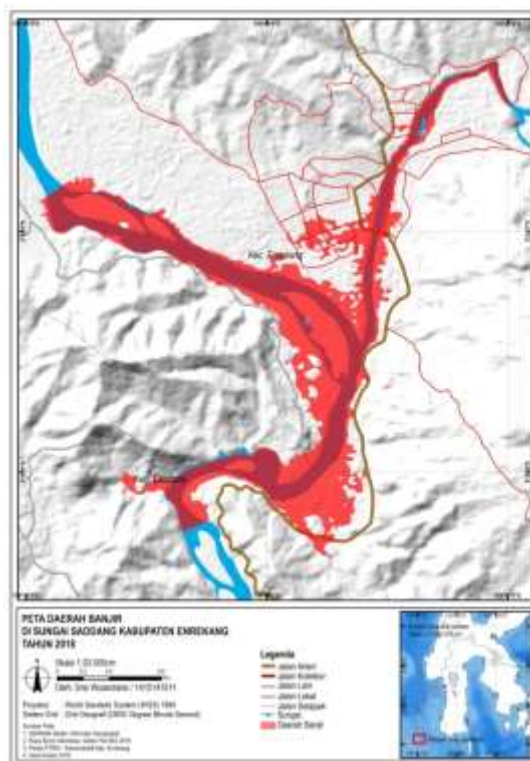
Setelah diketahui tinggi muka air (TMA) pada saat terjadi *water surface maximal* (WS Max), selanjutnya dilakukan pemodelan tanggul (*levees*) untuk mencegah luapan di sisi kiri dan kanan sungai. Berikut ini gambar stasiun penampang MA 2600 setelah running analisis menggunakan Infoworks River Simulation.



Gambar 6. Kondisi Stasiun Penampang MA2600 (dengan Tanggul)

4. Sebaran Spasial Wilayah Banjir di Sekitar Sungai

Berdasarkan pola hidrodinamik Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo yang diperoleh melalui hasil simulasi banjir menggunakan Infoworks River Simulation, maka dapat diketahui wilayah di sekitar sungai yang terkena dampak dari luapan banjir Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo. Berikut ini peta sebaran banjir di sekitar Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo.



Gambar 7. Peta Sebaran Banjir di Sekitar Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo.

Pembahasan

Perencanaan tanggul dibuat sebagai upaya pencegahan agar tidak terjadi luapan sungai Saddang pada saat debit maksimal. Usaha ini dimaksudkan agar air banjir senantiasa berada di dalam sungai dan menghindari terjadinya luapan banjir melalui sistem pengendalian banjir. Perencanaan model tanggul di sisi kiri dan kanan Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo mengakibatkan adanya kenaikan tinggi muka air pada setiap penampang. Untuk stasiun penampang MA200 terjadi kenaikan tinggi muka air sebesar 0,93 meter terhadap tinggi muka air debit maksimal setelah dilakukan *running analysis* penampang dengan tanggul menggunakan program Infoworks River Simulation. Tinggi muka air pada stasiun penampang MA200 sebelum ditanggul yaitu 41,24 mdpl kemudian meningkat menjadi 42.17 mdpl setelah ditanggul.. Kenaikan tinggi muka air juga terjadi pada penampang yang lain seperti pada stasiun penampang MA1400 (0,06 meter), stasiun penampang MA2600 (0,3 meter), stasiun penampang S1600 (0,26 meter), S2600 (0,19 meter), SB1000 (0,18 meter).

Kenaikan tinggi muka air yang paling besar pada penampang sungai setelah ditanggul terhadap *water surface maximum* terdapat pada stasiun penampang MA200 yaitu senilai 0,93 meter. Sedangkan kenaikan air yang paling kecil terdapat pada stasiun penampang SB400 yaitu senilai 0,01 meter.

Perencanaan model tanggul pada sisi kiri dan kanan sungai harus mempertimbangkan perkiraan kenaikan tinggi muka air setelah tanggul dibangun. Kenaikan tinggi muka air diperoleh berdasarkan selisih antara *levees elevation* dengan *bank elevation*. Rencana tanggul yang terdapat pada tabel 4.6 menunjukkan kenaikan tinggi muka air maksimum pada penampang pada saat ditanggul. Dengan kata lain perencanaan tinggi tanggul sekurang kurangnya harus lebih tinggi dari kenaikan tinggi muka air tersebut.

Kenaikan tinggi muka air pada stasiun penampang SB1000 setelah ditanggul sebesar 3.25 meter di sisi kiri sungai dan sebesar 1.45 meter di sisi kanan sungai. Stasiun penampang SB1000 merupakan stasiun dengan kenaikan tinggi muka air paling besar setelah dilakukan pemodelan tanggul. Faktor yang menyebabkan tingginya kenaikan muka air pada stasiun ini yaitu penampang terletak pada wilayah yang sangat landai. Rasio sinousitas aliran sungai pada wilayah ini sebesar 1,5. Dengan kata lain tingkat perkembangan kelengkungan aliran sungai sudah berupa meandering. Pada wilayah ini dijumpai sungai yang berkelok-kelok sehingga aliran air yang melewati penampang ini sangat lambat.

Untuk beberapa bagian penampang sungai tidak direncanakan pemodelan tanggul. Hal tersebut dikarenakan konfigurasi penampang sungai yang masih mampu menahan debit air yang masuk bahkan pada saat terjadi debit maksimal. Misalnya yang terdapat pada stasiun penampang S200, SB200 dan SB2600. Pada stasiun tersebut ketinggian muka air maksimum tidak mencapai *river bank* sehingga pemodelan tanggul tidak diperlukan.

SIMPULAN DAN SARAN

Dapat disimpulkan dari hasil analisis, kenaikan tinggi muka air terjadi pada seluruh penampang Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo yang dijadikan sebagai lokasi penelitian. Rata-rata kenaikan tinggi muka air yaitu 2,59 meter dengan kenaikan tinggi muka air terbesar terdapat pada penampang S1000 yakni sebesar 5,39 meter dan angka kenaikan muka air paling kecil terdapat pada stasiun penampang SB200 yaitu senilai 0,8 meter. Untuk mengatasi luapan aliran Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo diperlukan pembangunan tanggul pada sisi kiri dan sisi kanan sungai. Penampang yang paling kritis terdapat pada stasiun penampang MA2400 dimana rencana tinggi tanggul yang harus dibangun sekurang-kurangnya melebihi 3,43 meter agar aliran tetap berada pada saluran sungai.

Terdapat kenaikan tinggi muka air sungai pada setiap penampang setelah pemodelan tanggul dilakukan sebesar 0,02 meter hingga 0,93 meter (mengalami penurunan terhadap tinggi muka air sebelum pemodelan tanggul). Untuk mengatasi luapan aliran Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo diperlukan pembangunan tanggul pada sisi kiri dan sisi kanan sungai. Penampang yang paling kritis terdapat pada stasiun penampang MA2400 dimana rencana tinggi tanggul yang harus dibangun sekurang-kurangnya melebihi 3,43 meter agar aliran tetap berada pada saluran sungai. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya kajian penelitian tidak hanya sebatas model hidrodinamik sungai. Kajian bisa dilanjutkan dengan menganalisis periode ulang banjir sehingga bayaha banjir bisa diantisipasi sedini mungkin. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut terhadap luasan genangan, kedalaman genangan, lama genangan dan frekuensi genangan setiap tahun untuk dapat diketahui daerah rawan banjir pada daerah sekitar sungai.

DAFTAR RUJUKAN

- Ali, A. N, A & Ariffin. 2011. Advances of GIS: Integration of DEM into Damansara River Model Using Info Works River Simualtion. *International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS* Vol: 11 No:01.
- Arsyad, Sitanala. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor : Institut Penelitian Bogor.
- Daniel, E. B., Camp, J. V., LeBoeuf, E. J., Penrod, J. R., Abkowitz, M. D., dan Dobbins, J. P. 2010. Watershed Modelling Using GIS Technology: A Critical Review. *Journal of Spatial Hydrology Vol 10, No. 2, Fall 2010*. Tennessee : Department of Civil Environmental Engineering.
- Dibyosaputro, Suprpto. 1997. *Dasar Pemetaan Daerah Rawan Bencana*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Ekhwan Toriman, dkk. 2010. Use of InfoWorks RS in Modeling of Urbanisation on Sediment Yield in Cameron Highlands Malaysia. *Journal of University Kebangsaan Malaysia* Vol:8 Hal:2
- Hermon, Dedi. 2015. *Geografi Bencana Alam*. Jakarta: Grafindo Persada.
- Isnugroho. 2002. *Tinjauan Penyebab Banjir dan Upaya Penanggulangannya*. Journal Alami BPPT, Volume 2, Nomor 2.
- Kodoatie, J.R. dan Sugiyatno, 2002. *Banjir, Beberapa Masalah dan Metode Pengendaliannya Dalam Perspektif Lingkungan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Kuswartojo, Tjuk. 2002. Banjir, Permukiman Marginal dan Penataan Ruang. *Jurnal Alami BPPT*, Volume 7 Nomor 2.
- Ligal, S. 2008. Pendekatan Pencegahan dan Penanggulangan Banjir. *Jurnal*. Dinamika Teknik Sipil Volume 8, No. 2 Juli 2008.
- Mahfuz, M. 2016. Analisis Data Spasial untuk Identifikasi Kawasan Rawan Banjir di Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal*. Teknik Geodesi Universitas Pakuan Bogor
- Maryono, A. 2005. *Mengenai Banjir, Kekeringan dan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Peraturan Pemerintah RI No. 35 Tahun 1991 tentang sungai
- Pratomo, A, J.. 2008. Analisis Kerentanan Banjir di Daerah Aliran Sungai Sengkarang Kabupaten Pekalongan Provinsi Jawa Tengah dengan Bantuan Sistem Informasi Geografis. *Skripsi*. Surakarta. Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Purnama, Asep. 2008. *Pemetaan Kawasan Rawan Banjir di Daerah Aliran Sungai Cisadane Menggunakan Sistem Informasi Geografis*. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Sri Harto Br. 2000. *Analisa Hidrologi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Suharyadi. 1984. *Geologi Teknik Untuk Teknik Sipil*. Biro Penerbit TS UGM.
- Sukiyah, E., A.D. Haryanto, dan Z. Zakaria. 2004. Aplikasi Sistem Informasi Geografis dalam Penetapan Kawasan Rawan Banjir di Kabupaten Bandung Bagian Selatan.
- Soewarno. 1991. *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Bandung : Penerbit Nova
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung : Penerbit Nova
- Syarifuddin, Amirin. 2000. *Sains Geografi untuk SMU Kelas 2 Kurikulum 1994*. Jakarta : Bumi Aksara
- Tjakrawarsa, Gunardjo. 2002. *Banjir di Danau Tempe dan Permasalahannya*. Jurnal Alami Volume 7 Nomor 2.
- Yunus, R., Yulianti, G., Wiguna, S., Septian, R.T., Randongkir, R.E., Ichwana, A.M., Amri, M.R., Adi, A,W. 2016. *Risiko Bencana Indonesia*. Jakarta : BNPB